



DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO  
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

Proyecto:  
**ESCUELA RURAL “EL PINALITO”  
EN ARIO DE ROSALES, MICHOACÁN**

**Arq. Luz del Carmen González Rodríguez**

Trabajo Terminal para optar por el  
grado de **Especialista en Diseño**  
Línea de Investigación:  
**Arquitectura Bioclimática**

**Dr. Manuel Rodríguez Viqueira**  
**M. en C. Esperanza García López**  
Profesores del Taller de Diseño Bioclimático III

México, D.F.  
Julio de 2006

# ESCUELA RURAL “EL PINALITO” EN ARIO DE ROSALES, MICHOACÁN

CASO DE ESTUDIO DE UN PROYECTO ARQUITECTÓNICO  
BIOCLIMÁTICO PARA UN CLIMA TEMPLADO HÚMEDO

METODOLOGÍA DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Dedico este trabajo a mis padres por su inmenso apoyo, su cariño, su enseñanza...

A mis hermanos por su amor, su paciencia, su amistad y su ejemplo.

A mi Gran Familia por ser el motor que impulsa mi vida.

A Oscar por ser la luz de mi vida, por su amor y comprensión, su apoyo, paciencia. Por el futuro.

A mi otra Gran Familia: mis Amigos. Miguel, Eugenia, Paola, Mónica, Audrey, por tantos momentos juntos. A muchas más personas que son parte muy importante de mi vida y a quienes tengo que agradecer todo lo que soy.

A los que marcaron mi vida y a quienes recuerdo con mucho amor: Marcos, Rocío y Miguel Ángel.

A Andrea Fernández, mi nueva Gran Amiga, por la paciencia, el apoyo, la amistad y la compañía a altas horas de la madrugada... gracias!

A mis Profesores, por toda su sabiduría y apoyo.

PROFESORES:

M. en C. Esperanza García López  
DR. Manuel Rodríguez Viqueira  
**TALLER DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO III**

M. en D. Verónica Huerta Velázquez  
**INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL USO  
DE LA ENERGÍA Y LOS RECURSOS**

M. en D. Fausto Rodríguez Manzo  
**FACTORES ACÚSTICOS**

Arq. Gloria Castorena Espinosa  
**FACTORES LUMÍNICOS**

M. en D. Víctor Armando Fuentes Freixanet  
Dr. Aníbal Figueroa Castrejón  
**ASESOR**

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES DEL PROYECTO	2
ANÁLISIS DEL SITIO	4
ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN	5
ARQUITECTURA VERNÁCULA	6
ANÁLISIS DE MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	7
ANÁLISIS DE CARTAS	8
CARACTERIZACIÓN DEL SITIO	9
ANÁLISIS DEL CLIMA Y MICROCLIMA	10
DATOS CLIMÁTICOS	11
GRÁFICAS CLIMÁTICAS	12
RADIACIÓN Y GEOMETRÍA SOLAR	13
MATRIZ DE CLIMATIZACIÓN Y ESTRATEGIAS GENERALES	14
ANÁLISIS DE GRÁFICAS E INDICADORES	15
CARTA BIOCLIMÁTICA Y CARTA PSICROMÉTRICA	16
TRIÁNGULOS DE CONFORT Y TEMPERATURA EFECTIVA	17
INDICADORES DE MAHONEY Y RECOMENDACIONES	18
PROGRAMA ARQUITECTÓNICO	19
HORARIOS DE USO Y TEMPERATURA	21
ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y SISTEMAS PASIVOS APLICABLES	22
SISTEMAS ACTIVOS APLICABLES AL PROYECTO	29
DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMAS DE INTERRELACIONES	32
ZONIFICACIÓN Y REQUERIMIENTOS	34
DISEÑO DEL PROYECTO	35
PLANTA DE TECHOS	36
FACHADAS	37
ORGANIZACIÓN Y ARTICULACIÓN	38
PLANO DE CONJUNTO	39
PLANTA ARQUITECTÓNICA	40
FACHADAS Y CORTE	41
PLANTA ARQUITECTÓNICA DE AULA	42
ESTUDIO DE SOMBRAS	43
TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS	44
EVALUACIÓN DEL PROYECTO	45
BALANCE TÉRMICO	46
NOM-008-ENER-2001	49
EFICIENCIA ENERGÉTICA	54
ILUMINACIÓN	55
ACÚSTICA	58
FUENTES CONSULTADAS	61



A continuación se presenta un documento que pretende hacer un análisis regional y local de un sitio en un clima Templado Húmedo con la finalidad de ubicar un Proyecto Arquitectónico Bioclimático que responda al medio natural, social, cultural y económico de donde se ubique.

El sitio en cuestión es El Pinalito, una de las 129 localidades del municipio de Ario de Rosales, en el estado de Michoacán.

El proyecto arquitectónico que a continuación se desarrollará consiste en una Escuela Primaria Rural, en donde, toda la energía y recursos existentes deben aprovecharse en beneficio de la edificación, pues no cuenta con electricidad, agua, servicio de drenaje o recolección de basura, por lo tanto, el proyecto tendrá el carácter de autosustentable.

Así mismo, como parte del discurso principal de la Escuela Primaria se formará a los estudiantes para que participen de manera activa en la economía y desarrollo de su comunidad, mediante técnicas de producción alimentaria y productos de consumo, con el objetivo de rescatar actividades tradicionales de la comunidad, además de formar a las futuras generaciones en el uso de nuevas y mejores técnicas de producción.

Este documento consiste en el análisis del Sitio de estudio, análisis de la población y actividades económicas, análisis de la arquitectura tradicional del sitio, caracterización del sitio, análisis del clima y del microclima, análisis de geometría solar, análisis de los índices de bienestar y confort de los usuarios, análisis de los conceptos de diseño bioclimático, análisis de las estrategias de diseño y sistemas pasivos y activos aplicables al proyecto, para sintetizar en un programa de necesidades y requerimientos, horarios de uso de los espacios, funcionamiento e interrelaciones y un programa arquitectónico general.

Posteriormente, como una síntesis de todos los análisis mencionados se presentará el Proyecto Arquitectónico de la Escuela Rural y se harán las evaluaciones de Iluminación, Climatización y Acústica, como respuesta al medio en donde se desarrolla el proyecto.



## ANTECEDENTES DEL PROYECTO



## LA ESCUELA RURAL



Desde diferentes puntos de vista, la escuela rural tiene una importancia fundamental para el desarrollo. En esto coinciden expertos y autoridades educativas y las mismas comunidades campesinas. Sin embargo, las condiciones concretas en que los profesores rurales realizan día a día su tarea docente, se caracterizan por sus limitaciones y carencias.

Para superar los problemas es imprescindible adoptar un enfoque renovado. Una manera de ver y entender la enseñanza del niño campesino que se adapte a sus necesidades reales y que dé al profesorado las soluciones necesarias y factibles.



Para diseñar la orientación y el contenido que debe tener cualquier medida correctiva que se adopte, se requiere:

1) Destacar y valorar la misión de la escuela rural, en el marco del sistema educativo nacional y las características sociales propias de cada realidad.

2) Conocer las capacidades de los recursos humanos, técnicos y materiales efectivamente disponibles. Porque seguramente hay capacidades que actualmente no son desplegadas ni aprovechadas en todo lo que pueden rendir. El mejoramiento cualitativo de la escuela rural debe comenzar por el uso más eficiente de los recursos que ya se tienen.

La escuela rural está llamada a promover, orientar y desarrollar las capacidades intelectuales, morales y técnicas de los niños campesinos. Debe prepararlos para encarar, entender y resolver los problemas concretos que, tanto en su comunidad de origen como cuando emigran a las ciudades, obstaculizan el mejoramiento de sus condiciones de vida. En otras palabras, su importancia radica en el aporte efectivo que debe hacer a la formación de niños y jóvenes campesinos, para que éstos tomen parte activa y responsable en la vida social, económica y política de su comunidad, región y país.

Para cumplir esta misión la escuela rural debe:

a) **Respetar y valorar la lengua, costumbres y particulares formas de conocer** de los niños campesinos, incorporándolas en los contenidos y metodologías escolares. Lo cual exige dejar de considerarlas como expresiones de atraso que hay que desterrar. La experiencia escolar diaria formará en el respeto hacia la diversidad cultural, como una riqueza que hay que aprovechar y no como una expresión de subdesarrollo a eliminar.

b) **Respetar, valorar e incorporar las experiencias domésticas y productivas de los niños campesinos**, en el desarrollo de los programas escolares. Estas experiencias deben ser aprovechadas como punto de partida para nuevos aprendizajes.

Así, la educación escolar no significará una ruptura con las tradiciones sino, al contrario, una unidad integradora y superadora.

c) **Revalorar el entorno natural y las prácticas sociales, económicas y culturales de la comunidad rural local**. Debe conocer y utilizar su potencial educativo, incorporándolo a los procesos de aprendizaje. El medio y la forma de vida de las familias campesinas serán apreciados en lo que tienen de positivo y aprovechados para desarrollar un conocimiento crítico de los alumnos sobre su propia realidad. Todo aprendizaje debe orientar hacia realizaciones concretas que contribuyan a mejorar las condiciones de vida.

d) **Utilizar, ampliar y desarrollar en la labor educativa, las experiencias y habilidades ya adquiridas por los niños en su familia y comunidad**. Asimismo, se intentará que las actividades escolares puedan ser aprovechadas para solucionar problemas que se presenten en la vida diaria.

La educación escolar, entonces, formará a los niños en la búsqueda de alternativas concretas frente a problemas igualmente concretos.

e) **Incorporar** en el contenido y el método de la enseñanza, **las relaciones existentes entre la sociedad local y su medio ambiente**. Para cumplir con el programa escolar se elegirán ejemplos y actividades que promuevan actitudes respetuosas hacia la naturaleza, basadas en el conocimiento de la complementariedad vital entre los seres humanos y los recursos naturales.

El medio ambiente y sus distintos elementos son el contexto de la vida humana, y la única posibilidad de bienestar y desarrollo de las familias campesinas de hoy y de mañana. **La escuela rural deberá, entonces, formar en el conocimiento, protección y uso adecuado de estos recursos.**

La mejor forma de conocer los problemas del propio medio ambiente y la importancia que adquieren en la vida cotidiana de cada comunidad es **ampliar el espacio educativo al entorno escolar**. El profesor buscará oportunidades para explorar el entorno, valorar y comprender sus problemas, y mostrará las posibilidades de intervenir para solucionar los problemas que se detecten.

f) Incentivar y orientar el trabajo colectivo, la responsabilidad social, la cooperación, la solidaridad y la satisfacción individual en el marco del desarrollo del grupo.

De esta manera, la escuela rural formará sujetos solidarios y participativos, que sepan respetar y valorar la diversidad de cualidades humanas y las utilicen en la búsqueda de un beneficio común.



### LA EDUCACION ECOLÓGICA EN LA ESCUELA RURAL

La educación para el desarrollo requiere incorporar en la enseñanza un tema de vital importancia: la problemática de los recursos naturales y el uso sostenible de los mismos. Para tratarlo, en los sistemas educativos de muchos países ya se incluyó la educación ecológica.

El medio ambiente es de vital importancia para la economía de los pueblos. En consecuencia, el ser humano tiene que aprender y practicar conductas para conservar ese medio, para aprovecharlo sin destruirlo. Debe conocer cómo mejorar su potencialidad como fuente de recursos, sin crear un daño irreparable. Esto puede ser traducido en cuatro actitudes fundamentales:

- entender la relación entre la degradación del medio ambiente y las formas actuales de trabajarlo.
- conocer su propio entorno y tomar conciencia de lo que significa vivir en armonía con él.
- incorporar a la vida cotidiana actitudes positivas respecto del mismo.
- ser capaces de utilizar los recursos en una forma adecuada, sin degradar el medio ambiente.





# ANÁLISIS DEL SITIO



Localización del Estado de Michoacán dentro de la República Mexicana



Localización del municipio de Ario de Rosales, dentro del Estado de Michoacán

## ESTADO DE MICHOACÁN

El estado de Michoacán se sitúa hacia la porción centro - oeste de la República Mexicana, entre las coordenadas 20°23'27" y 17°53'50" de la latitud norte y entre 100°03'32" y 103°44'49" la longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Limitado al Norte con los estados de Jalisco y Guanajuato, al Noroeste con el estado de Querétaro, al Este con los estados de México y Guerrero, al Oeste con el Océano Pacífico y los estados de Colima y Jalisco, al Sur con el Océano Pacífico y el estado de Guerrero.

## MUNICIPIO DE ARIO DE ROSALES

### Localización

Se localiza en el centro del Estado, en las coordenadas 19°12' de latitud norte y en los 101°40' de longitud oeste, a una altura de 1,840 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Salvador Escalante, al este con Turicato y Tacámbaro, al sur con La Huacana y al oeste con Nuevo Urecho y Taretán. Su distancia a la capital del Estado es de 107 km.

### Extensión

Su superficie es de 694.60 km2, y representa un 1.18 por ciento de la superficie del Estado.

### Hidrografía

Su hidrografía la conforman los ríos Paso Real, De Los Negros, El Taridán del Carmen y De Los Magueyes; los manantiales de agua fría: El Tanácuaro, Ario de Rosales, de Los Negros y Las Limas, principalmente.

### Principales Ecosistemas

La vegetación predominante es el bosque mixto, con encino y cedro, tropical deciduo, con parota, ceiba, tepeguaje, huisache y cuirinde, de coníferas, con pino y oyamel. Su fauna la conforman ardilla, cacomixtle, comadreja, liebre, mapache, zorrillo y aves como paloma, chachalaca, faisán gritón y codorniz listada.

### Recursos Naturales

La superficie forestal maderable es ocupada por pino, encino, aile y palma real, y en el caso de la no maderable, por arbustos de distintas especies, así como la extracción de resina.

### Características y Uso del Suelo

Los suelos del municipio datan de los períodos, cuaternario y plioceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico y de montaña. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.



Cedro



Ceiba



Huisache



Oyamel



Tepeguaje



Zorrillo



Faisán



Comadreja



Mapache



Cacomixtle



Chachalaca



# ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS



El sitio de estudio es El Pinalito, una de las 129 localidades que conforman Ario de Rosales, Michoacán. Su población es de 646 habitantes, en donde el 47.9% del total está integrado por hombres y el 52.1% por mujeres.

Según la información vertida en el XII Censo General de Población y Vivienda, corresponde al 2.11% de la población municipal.

Tabla I. Población municipal por grandes grupos de edad

Municipio	Grupo de edad				
	Total	0 - 14	15 - 64	65 y más	No especificado
Ario	30 584	11 579	16 537	2 101	367

FUENTE: INEGI. Tabulados Básicos Nacionales y por Entidad Federativa. Base de Datos y Tabulados de la Muestra Censal. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Aguascalientes, Ags., México, 2001

Tabla II. Porcentaje de alfabetismo municipal

Municipio	Población de 15 y más años	Alfabeta (%)
Ario	18 638	82.5

FUENTE: INEGI. Tabulados Básicos Nacionales y por Entidad Federativa. Base de Datos y Tabulados de la Muestra Censal. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Aguascalientes, Ags., México, 2001

De acuerdo a la tabla de grupos de edad la población de 0 a 14 años de edad, rango de edad correspondiente a la educación básica, es de 246 personas (38% de la población total de la localidad). Así mismo, de acuerdo con la tabla de porcentaje de alfabetismo en el municipio, se obtiene el dato correspondiente a la localidad, en donde el 17.5% de la población mayor a 15 años es analfabeta (70 personas). Con estos datos se obtienen cupos aproximados para los espacios de enseñanza (aulas) así como horarios de uso para la escuela rural, considerando que personas mayores a 15 años se integrarán al aprendizaje.

Tabla III. PEA Estatal

Concepto	Nacional	Entidad
Población de 12 y más años	78 121 930	2 990 528
Población económicamente activa	55.6	52.9
Ocupada	97.5	98.9
Trabajadores asalariados a	62.5	54.1
Empleadores	4.2	5.7
Trabajadores por su cuenta	24.8	28.8
Trabajadores sin pago	8.4	11.4
Otros trabajadores		0

FUENTE: INEGI-STPS. Encuesta Nacional de Empleo.

De acuerdo con la tabla de Población Económicamente Activa y el porcentaje de participación nacional (52.9%) se deducen los datos de PEA para el municipio, del total 30,584, la PEA para el municipio de Ario de Rosales es de 10,047 personas.

La Población Económicamente Activa correspondiente a la localidad de El Pinalito es de 212 personas (33%). Por lo tanto, la educación en artes y oficios en esta localidad es importante, ya que promoverá la ocupación del resto de la población y contribuirá al desarrollo económico municipal, estatal y nacional.

Por lo tanto, de acuerdo a la producción artesanal característica del municipio, la producción de dulces a base de leche debe rescatarse como una actividad de identificación regional. Así mismo deberá implementarse la producción de queso y cajeta de cabra, como una actividad económica importante y de reconocimiento estatal para el desarrollo económico de la localidad.

La actividad económica principal de esta localidad es la agricultura y la ganadería. Antiguamente, todo el municipio era reconocido por la práctica de la talabartería y la marroquinería, actividades que se han ido perdiendo y deben rescatarse.

Así mismo, la producción de cajeta, dulces de leche y cocadas, son producidas a pequeña escala por mujeres de la región, sin embargo, con un impulso y difusión de estas actividades, se pueden tener grandes beneficios dentro de la localidad y el municipio.

## Agricultura

Los cultivos más importantes son el maíz, caña de azúcar, alfalfa, frijol, papa y jitomate. En fruticultura se produce el aguacate, durazno, limón y lima.

## Ganadería

Se cría ganado bovino, caballar, porcino, mular, ovino, asnal, avícola y apícola.

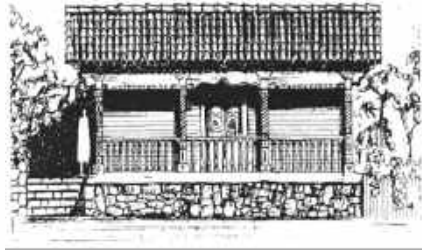
## Industria

Las principales ramas de la industria son: la alimenticia y la maderera.





# ARQUITECTURA VERNÁCULA DEL SITIO DE ESTUDIO



La región donde habitan los Purépechas es muy grande; abarca los Estados de Sinaloa, Colima, Jalisco, Nayarit, Guanajuato y principalmente Michoacán, donde se ha conservado la tradición. La topografía y los climas donde habita esta etnia evidentemente son muy diversos, sin embargo, el origen de esta casa conocida como "troje" por el tapanco (el espacio entre la cubierta y un techo horizontal en el interior) se utilizaba para guardar el maíz.

La planta es rectangular, contiene sala y habitaciones, la cocina y el baño se ubican fuera de la casa propiamente dicha.

El sistema constructivo original es totalmente de madera; los muros son gruesos tablones entrelazados y reforzados con polines de madera, lo mismo que el piso levantado del nivel natural del suelo para evitar la humedad y el frío, el techo es de 2 o 4 aguas cubierto con tejamanil, teja de madera o teja de barro de media caña. Hacia la fachada principal y posterior se ubican galerías o "porches" abiertos soportados por columnas de madera talladas ricamente. Los techos en voladizo y las galerías proporcionan protección contra el sol y la lluvia.

En algunas zonas se construyen con adobe o piedra guardando más o menos las mismas dimensiones y proporciones que las de madera. Los muros que se construyen con adobe son masivos, recubiertos de cal y pintados generalmente de colores claros en la parte superior y con un gran rodapié en colores de tierra, rojos óxidos, ocre y cafés.

Todos los espacios se encuentran alrededor de un patio que contiene una fuente y árboles frutales. La vida se desarrolla al interior de las viviendas y edificios. Rodeando este patio, centro y distribuidor de los espacios, se encuentra un corredor abierto que comunica a todos los locales entre sí. Las dimensiones de este pasillo o corredor son las suficientes para que los muros no se mojen con las constantes lluvias y proteger de la incidencia de los rayos solares a los espacios de estar y dormir. Un muro masivo separa a este espacio de las habitaciones, las cuales guardan el calor a través de los materiales en pisos, generalmente de madera y separados del suelo, y con la protección de las ventanas mediante oscuros de madera, o postigos. Así mismo, entre la cubierta y el techo, existe un espacio que se denomina tejabán o tapanco y funciona como amortiguamiento térmico por la capa de aire que se forma entre ellos, adicionalmente, en algunos casos se le agrega una capa de tierra para aumentar el almacenamiento de temperaturas al interior de los espacios.



Debido a que los materiales y sistemas constructivos de la vivienda tradicional en Michoacán tienen como base primordial el adobe y la madera, el cambio más frecuente que se da en la vivienda es la sustitución de elementos constructivos, con materiales contemporáneos como lo son la lámina o "Galvateja" por el tejamanil de la cubierta, la losa de concreto en lugar de cubiertas a base de viguería, la tabla-roca por la madera y adobe en muros, el aluminio en marcos de ventanas y puertas anteriormente de madera, así como recubrimientos de azulejo y loseta en pisos y muros.

Dos factores parecen conjugarse con la disponibilidad del dinero para impulsar la incorporación de nuevos materiales: un arraigado significado connotativo de pobreza, carencia y atraso en materiales como el adobe y la teja y el alto costo o la no disponibilidad de los materiales aunado al desconocimiento de los sistemas constructivos tradicionales.

Es preciso mencionar que en la mayoría de los casos, los mismos usuarios de la vivienda identifican un deterioro en la adaptabilidad climática de los nuevos materiales, lo que provoca que la temperatura interior de la vivienda disminuya considerablemente en invierno o aumente en verano.



# ANÁLISIS DE MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y SU APLICACIÓN AL PROYECTO

Debido a la disponibilidad de materias primas para la construcción, los antiguos pobladores del sitio de estudio las utilizaron con acierto en la construcción de sus viviendas. Debían de protegerse de los elementos del clima como la precipitación y la intensa radiación solar.

El concepto de arquitectura doméstica se basaba en construcciones compactas, masivas con una proporción de vanos muy pequeña con respecto a los macizos y con grandes aleros en cada una de las aguas de la cubierta. La selección de los materiales es acertada en cuanto a una sustentabilidad por tratarse de materiales propios de la región y con excelentes comportamientos ante los agentes externos.

Debe rescatarse todo este aprendizaje y reincorporar a los nuevos proyectos arquitectónicos la experiencia de los antiguos pobladores del sitio, adaptando estas formas a nuevos usos y estilos de vida.

Debe contemplarse el uso de tierra para la edificación de muros masivos, por la disponibilidad de arcillas en los suelos del sitio. Materiales como los bloques de adobe o la tierra compactada serán considerados ya que por sus propiedades proveen a los espacios interiores de inercia térmica y masividad, requerimientos importantes por el microclima generado en el sitio.

La madera en viguería, material de techos, pisos, marcos de ventanas, postigos y puertas, deberá permanecer en las nuevas edificaciones debido a su excelente comportamiento ante la humedad y variación de temperatura. Proporciona un aislamiento adecuado en épocas frías y ante las altas temperaturas a lo largo de todo el año.

El sistema constructivo elegido, ya sea bloques de adobe o tierra compactada es correcto además porque no requiere una mano de obra muy especializada. Los habitantes de la comunidad fácilmente pueden ayudar en la construcción de la escuela rural, adquiriendo con ello una responsabilidad con su familia, y usando técnicas novedosas adaptarlas a sus propias viviendas, por ser éste un sistema constructivo barato y de larga duración, además de apropiado por la disponibilidad de recursos en la zona.

Además, este tipo de construcción soporta bien el peso de una cubierta como la que se necesita en este tipo de climas con los materiales apropiados, madera para la estructura, una capa de tierra y acabado de enladrillado o teja de barro. Deben considerarse también los pesos de los canalones que conducirán el agua de la lluvia a los sistemas de filtrado para su subsecuente almacenamiento.



## Ventajas y propiedades de la tierra en la edificación

A continuación se exponen las ventajas del barro como material constructivo.

-La tierra es un material inocuo. No contiene ninguna sustancia tóxica, siempre que provenga de un suelo que no haya padecido contaminación.

-Es totalmente reciclable. Si en la construcción no se mezcla la tierra con algún producto fabricado por los humanos (por ejemplo, cemento), sería posible integrar totalmente el material en la naturaleza una vez se decidiera derruir el edificio.

-Fácil de obtener localmente. Prácticamente cualquier tipo de tierra es útil para construir, o bien se puede escoger una técnica u otra en función de la tierra disponible. También se pueden hacer mezclas con otro material cercano o con algún mejorante de la mezcla (cal, yeso, paja...).

-La construcción con tierra cruda es sencilla y con poco gasto energético. No requiere un gran transporte de materiales o una cocción a alta temperatura. Es por ello que se considera un material de muy baja energía incorporada. Sin embargo, quizá sí es necesario un mayor esfuerzo e implicación de los constructores.

- Su obtención es respetuosa. Si se extrae del propio emplazamiento, provoca un impacto poco mayor que el que ya supone realizar la propia construcción. No lleva asociados problemas como la deforestación o la minería extractiva que implican otros materiales constructivos.

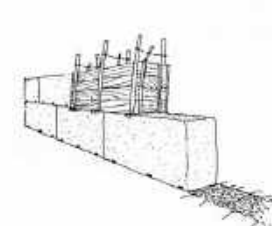
-Excelentes propiedades térmicas. La tierra tiene una gran capacidad de almacenar el calor y cederlo posteriormente (cualidad conocida como inercia térmica). Así, permite atenuar los cambios de temperatura externos, creando un ambiente interior agradable. Sobre todo resulta adecuada en climas áridos con oscilaciones extremas de temperatura entre el día y la noche pero, si se incluye un aislamiento adecuado, también es idónea en climas más suaves.

-Propiedades de aislamiento acústico. Los muros de tierra transmiten mal las vibraciones sonoras, de modo que se convierten en una eficaz barrera contra los ruidos indeseados.

La tierra es un material inerte que no se incendia, pudre, o recibe ataques de insectos. Esto es así porque se evita el uso de las capas superiores de suelo, con gran cantidad de material orgánico.

-Es un material por naturaleza transpirable. Los muros de tierra permiten la regulación natural de la humedad del interior de la edificación, de modo que se evitan las condensaciones.

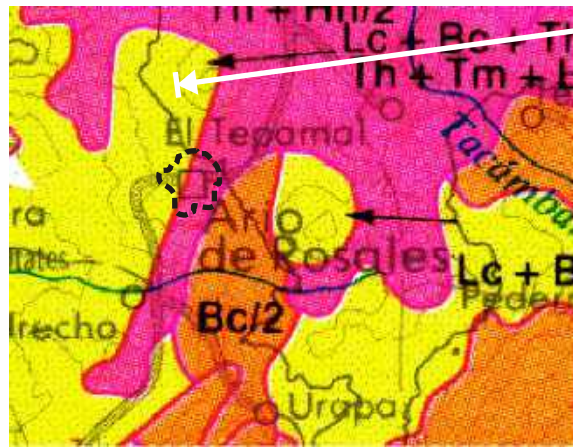
-Económicamente asequible. Es un recurso barato (o prácticamente gratuito) que a menudo ya se encuentra en el lugar donde se levantará la edificación.





## ANÁLISIS DE CARTAS

### Edafológica



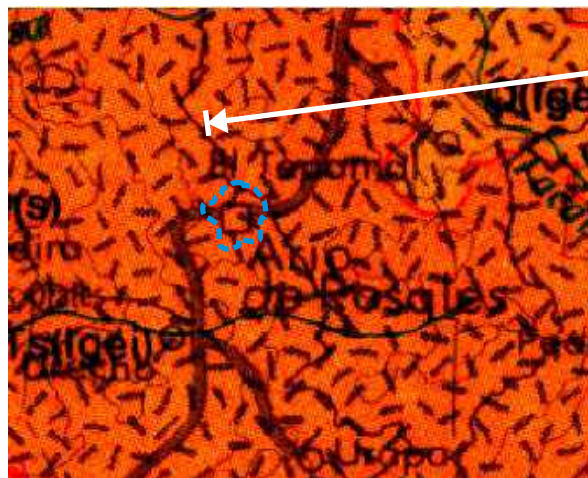
En el sitio predominan los suelos tipo:

LUVISOL - Tiene acumulación de arcilla en el subsuelo. Suelos rojos o claros. Moderadamente ácidos. Susceptibilidad media a alta a la erosión.

CAMBISOL- Suelo joven, poco desarrollado. En el subsuelo tiene una capa con terrones que presentan un cambio con respecto al tipo de roca subyacente, con algunas acumulaciones de arcilla o calcio. Susceptibilidad moderada a alta a la erosión.

El agua en este tipo de terrenos está en las profundidades, por ello, los árboles que predominan en esta región tienen las raíces profundas (mínimo 3 m.)

### Geológica



El tipo de subsuelo encontrado en el sitio está compuesto por:

ROCAS ÍGNEAS EXTRUSIVAS - Extensivas, textura útreas o pétreas de grano fino. Obsidiana, andesita, basalto, colita. Su uso recomendable es como materiales de construcción.

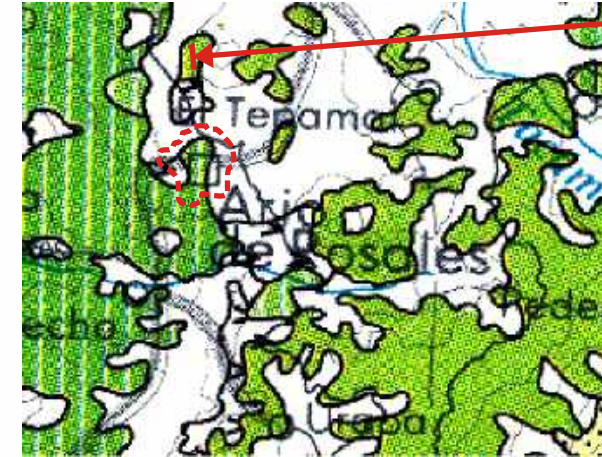
El uso recomendable es para la urbanización con mediana y alta densidad.

Por las características de suelo duro, el tipo de cimentación recomendado será superficial.

----- Cabecera municipal  
← Sitio de estudio

FUENTE: Carta Geológica. INEGI 1982  
Cobertura Nacional Serie I Esc: 1:1000 000  
Carta Edafológica INEGI 1982  
Cobertura Nacional. Esc: 1:1 000 000

### Vegetación



El sitio se caracteriza por tener vegetación tipo:

AGRICULTURA DE TEMPORAL: Terrenos en donde el ciclo vegetativo depende del agua de lluvia y se siembra el 80% de los años. Uso recomendable: agrícola y ganadera, urbanización sin restricción.

CHAPARRAL: Asociación de elementos arbustivos formada principalmente por Quercus spp. (encinos) y/o Adenostoma spp., Arctostaphylos spp. (manzanita), Cercocarpus spp. (rosa de castilla) y otras especies.

Uso recomendable: Urbanización sin restricción.

Por el tipo de suelo característico del sitio, Luvisol, la agricultura como actividad económica no es recomendable, el tipo de vegetación existente son árboles de raíces profundas y arbustos. El agua se encuentra en las profundidades del subsuelo.

### Topografía



Características topográficas del sitio:

5-10 % de pendiente : Pendientes bajas y medias, ventilación adecuada, asoleamiento constante, erosión media, drenaje fácil, buenas vistas.

USOS: Construcción de mediana densidad e industrial. Recreación.

----- Cabecera municipal  
← Sitio de estudio

FUENTE: Carta de Vegetación y Usos del Suelo. INEGI 1986  
Cobertura Nacional Serie I Esc: 1:1000 000  
Carta Topográfica INEGI 1999  
Cobertura Nacional. Esc: 1:1 000 000



# CARACTERIZACIÓN DEL SITIO



El Sitio de estudio se encuentra a 5 km. de la cabecera municipal (Ario de Rosales) y con una diferencia de altitud de 200 m, provocando entonces una diferencia en la Temperatura Media Anual registrada de la cabecera municipal de aproximadamente 1°C.

El río que cruza esta región pertenece a la cuenca del Río Balsas, a la que pertenecen los Ríos Tacámbaro, Tepalcatepec y Cupatitzio, así como el Lago de Zirahuén.

La vegetación dominante en el sitio consta de matorrales y elementos arbustivos, juníperos, capulines, tejocotes, camelias, encinos, especies características de zonas templado - húmedas.

Los vientos dominantes provienen del Sur, creando efectos de succión a causa de las elevaciones próximas al sitio. La velocidad promedio del viento es de 2.5 m/s, y carece de barreras importantes que lo frenen o desvíen.



Vista Noroeste



Vista Noroeste



Vista Norte



Vista Noroeste



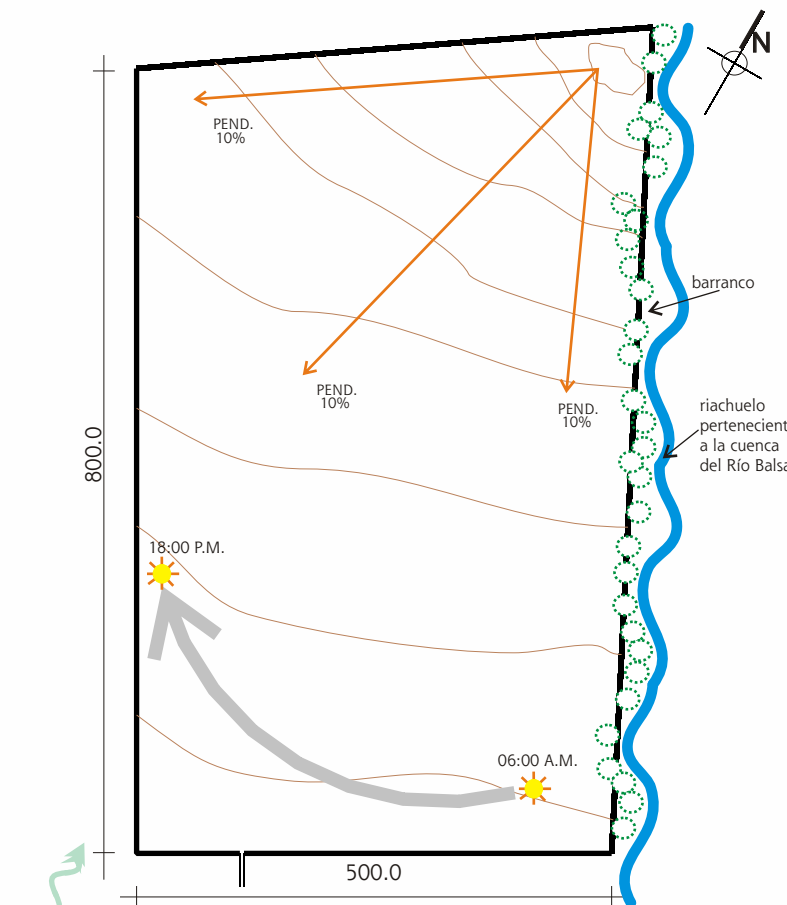
Vista Noreste



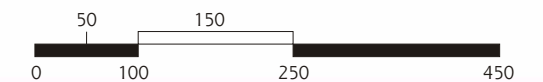
Vista Suroeste



Vista Sureste



Vista Sur



# ANÁLISIS DEL CLIMA Y MICROCLIMA



Ario de Rosales, MICHOACÁN		1961-1990
CLIMA	(A)Ca w1(w) (e)gw"	
BIOCLIMA	TEMPLADO HÚMEDO	
LATITUD	19° 12'	
LONGITUD	101° 44'	
ALTITUD	1840	msnm

Tabla de Datos Climáticos

fte	PARAMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
-----	------------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

TEMPERATURAS															
A	MAXIMA EXTREMA	°C	34.1	35.8	37.2	39.0	42.3	40.2	37.0	37.7	36.0	37.8	35.5	35.3	42.3
A	MAXIMA	°C	27.9	29.8	32.1	34.0	34.9	32.7	30.3	30.3	30.2	30.2	30.0	28.0	30.9
A	MEDIA	°C	17.6	19.0	21.3	23.4	24.8	24.2	22.7	22.6	22.4	21.5	20.0	18.0	21.5
A	MINIMA	°C	7.3	8.2	10.6	12.8	14.8	15.8	15.2	14.9	14.6	12.8	10.0	8.0	12.1
A	MINIMA EXTREMA	°C	-3.2	-1.0	3.0	6.0	8.9	5.8	9.8	6.2	9.2	5.6	0.6	0.2	-3.2
D	OSCILACION	°C	20.6	21.6	21.5	21.2	20.1	16.9	15.1	15.4	15.6	17.4	20.0	20.0	18.8

HUMEDAD															
A	TEMP.BULBO HUMEDO	°C	11.9	12.9	14.9	16.9	18.6	19	18.1	17.8	17.6	16.1	14.1	12.4	15.9
D	H.R. MAXIMA	%	72	71	72	74	78	84	87	85	85	80	73	73	77.7
A	H.R. MEDIA	%	49	48	49	50	54	61	63	62	62	57	50	50	54.6
D	H.R. MINIMA	%	26	25	26	27	30	37	40	39	39	34	28	27	31.5
A	TENSION DE VAPOR	mb	9.8	9.7	12	11.1	12.6	14.5	14.9	15	14.9	13.6	12	10.9	12.6
E	EVAPORACIÓN	mm	117.9	130.4	200.3	224.2	230	170.3	156	144.7	128.1	129.8	126.7	100.8	1,859.2

PRESION															
A	MEDIA	hp	810.7	810.2	809.8	809.7	809.7	810.1	811.1	810.8	810	810.9	811	811.2	810.4

PRECIPITACION															
A	MEDIA	mm	17.7	4.3	1.0	14.4	25.5	196.6	232.4	214.1	235.4	132.8	34.7	9.4	1,118.3
A	MAXIMA	mm	177.5	28.0	10.0	106.0	111.0	346.8	356.0	264.0	421.0	289.0	118.5	26.0	421.0
A	MAXIMA EN 24 HRS.	mm	70.0	16.0	10.0	50.5	40.5	62.0	49.0	80.0	65.0	94.0	46.0	19.0	94.0
A	MAXIMA EN 1 HR.	mm	10.0	17.0	22.5	60.0	41.8	105.2	44.3	51.0	31.0	30.0	27.0	16.8	105.2
A	MINIMA	mm	2.0	2.5	5.0	2.5	3.2	91.0	149.0	144.0	110.0	18.9	13.0	7.0	2.0

RADIACION SOLAR															
B	RADIACION MAXIMA TOTAL	W/m2	625.0	714.0	767.0	774.0	743.0	642.0	632.0	671.0	668.0	650.0	628.0	557.0	672.6
B	RADIACION MAXIMA DIRECTA	W/m2	451.0	531.0	568.0	563.0	527.0	530.0	406.0	447.0	450.0	450.0	450.0	381.0	479.5
D	RADIACION MAXIMA DIFUSA	W/m2	174.0	183.0	199.0	211.0	216.0	112.0	226.0	224.0	218.0	200.0	178.0	176.0	193.1
A	INSOLACION TOTAL	hr	184.8	205.0	216.1	192.0	184.9	149.8	151.1	173.4	145.9	186.5	185.2	176.1	2,150.8

FENOMENOS ESPECIALES															
A	LLUVIA APRECIABLE	días	0.80	0.56	0.20	1.12	3.07	14.50	18.70	18.06	16.29	10.35	3.40	1.15	88.20
A	LLUVIA INAPRECIABLE	días	0.73	0.62	0.26	0.62	1.69	2.11	2.76	3.13	3.76	3.00	1.60	1.15	21.43
A	DIAS DESPEJADOS	días	23.88	23.58	26.62	23.50	22.80	9.44	9.66	7.64	7.05	15.06	19.13	22.42	210.78
A	MEDIO NUBLADOS	días	2.17	0.82	1.87	1.56	2.46	2.83	2.94	5.11	4.17	4.20	3.60	2.35	34.08
A	DIAS NUBLADOS	días	4.88	3.82	2.50	4.87	5.66	17.66	18.33	18.11	18.76	11.60	7.20	6.21	119.60
A	DIAS CON ROCIO	días	16.64	13.11	13.56	13.00	12.60	11.94	11.83	11.35	12.05	13.40	14.06	15.14	158.68
A	DIAS CON GRANIZO	días	0.05	0.00	0.12	0.12	0.26	0.61	0.55	1.35	0.41	0.33	0.26	0.21	4.27
A	DIAS CON HELADAS	días	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A	DIAS CON TEMP.ELEC.	días	0.00	0.35	0.00	0.31	0.33	1.72	2.38	2.05	1.47	2.06	0.26	0.21	11.14
A	DIAS CON NIEBLA	días	0.00	0.11	0.00	0.12	0.20	3.61	2.72	3.70	5.35	2.60	0.13	0.00	18.54
A	DIAS CON NEVADA	días	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A	VISIBILIDAD DOMINANTE	m	600	700	700	700	700	700	600	600	600	700	700	700	667

VIENTO															
C	DIRECCION DOMINANTE		S	S	S	S	S	S	NE	S	N	N	N	S	S
C	VELOCIDAD MEDIA	m/s	2.2	2.5	2.7	2.5	2.3	1.9	1.8	2.0	2.4	2.5	2.7	2.4	2.3
C	VELOCIDAD MAXIMA	m/s	4.0	4.9	4.9	4.9	4.3	4.0	2.4	3.3	3.7	4.5	6.6	4.6	6.6

- A
- Normales Climatologicas de la red sinóptica básica de superficie y estaciones climatológicas de primer orden, (1961,1990)
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos D.G.S.M.N.
- B
- Calculo de la Radiacion Solar Instantanea en la Republica Mexicana. J.F. Zayas I.I. UNAM 472. 1983
- C
- Atlas del agua de la República Mexicana. SARH
- D
- Datos calculados.
- E
- atos de Presa Tacubaya (19° 23' - 99° 13"); Normales Climatologicas de la red sinóptica básica de superficie y estaciones climatológicas de primer orden, (1970,1980)
- E
- Datos calculados según: Docherty and Szokolay, Climate Analysis, PLEA The University of Queensland, 1999

La temperatura media anual es de 21.5 °C, dato que determina bioclimáticamente al sitio de estudio como Templado. La temperatura máxima anual es de 30.9°C y la temperatura mínima anual es de 12.1 °C

La Humedad Relativa media anual es de 54.6 % encontrándose dentro de un rango medio de confort higrométrico. La humedad relativa máxima (durante la noche) alcanza hasta el 73%, mientras que la mínima (durante el día) llega a sólo 31.5 %

De acuerdo con la clasificación Bioclimática el sitio de estudio se encuentra dentro de la clasificación de Húmedo, al presentar una precipitación media anual de 1,118.3 mm. Los datos de precipitación media y máxima mensuales servirán como base de diseño de sistemas de captación.

De acuerdo con la cifra anual de Radiación Máxima Total que alcanza los 672.6W/m2 se afirma que el sitio estudiado tiene una buena radiación, importante para el uso de sistemas activos y pasivos solares.

Dentro de los Fenómenos Especiales es importante considerar los datos de Días Despejados al año, 211, que son el 58.6% del total anual, dato que determina la factibilidad de sistemas y equipos solares, así como el requerimiento de sistemas de apoyo. Así mismo, en cuestiones de diseño y paisaje, es importante considerar la visibilidad dominante para aprovechar la localización del terreno, sus vistas y paisaje.

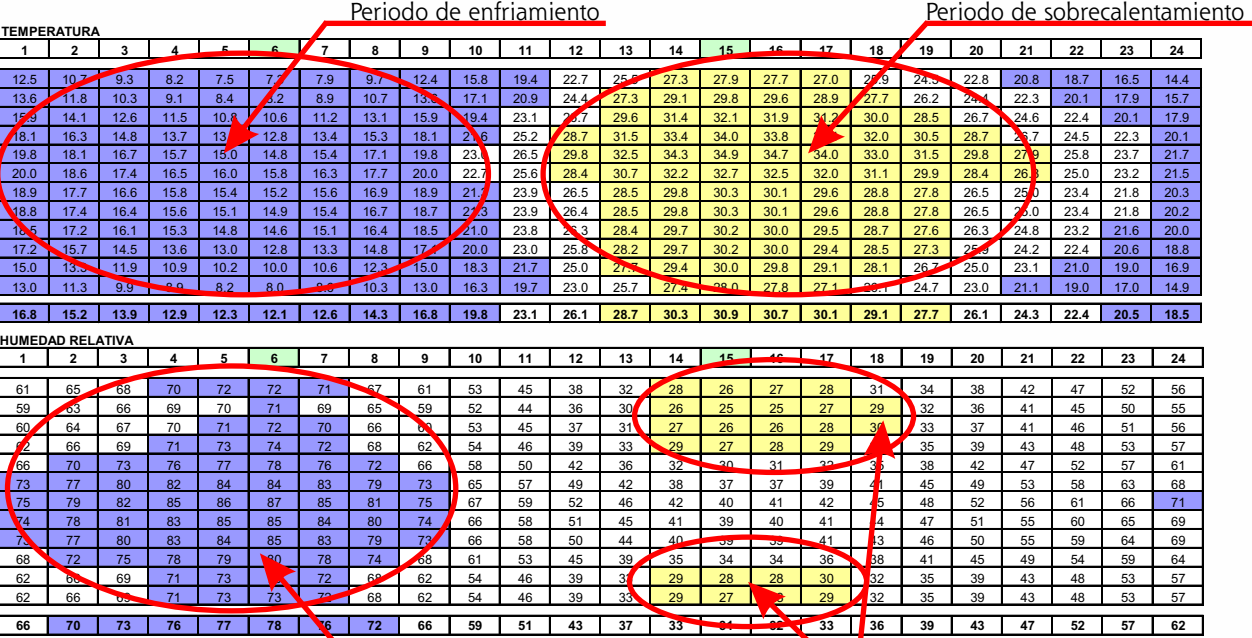
De acuerdo con la velocidad anual del viento, 2.3 m/seg, se infiere una factibilidad de uso para bombear agua, con el sistema apropiado, pero también el dato proporciona información para climatización natural pasiva aprovechándolo e induciéndolo correctamente. La orientación será importante para la localización de vanos que producirán las sensaciones de reducción de temperatura en los horarios en los que sea requerido.





Los criterios que se establecen para determinar el confort Térmico de la localidad son:  
Temperatura neutra: 24.3°C  
Zona de Confort: 21.8 a 26.8°C  
Más de 26.8 °C requerimientos de enfriamiento  
Menos de 21.8 °C requerimientos de calentamiento

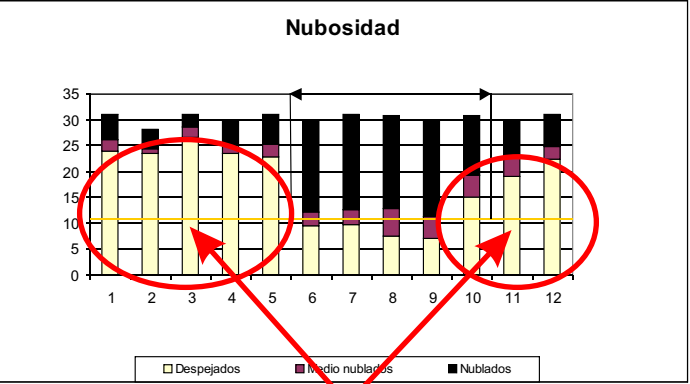
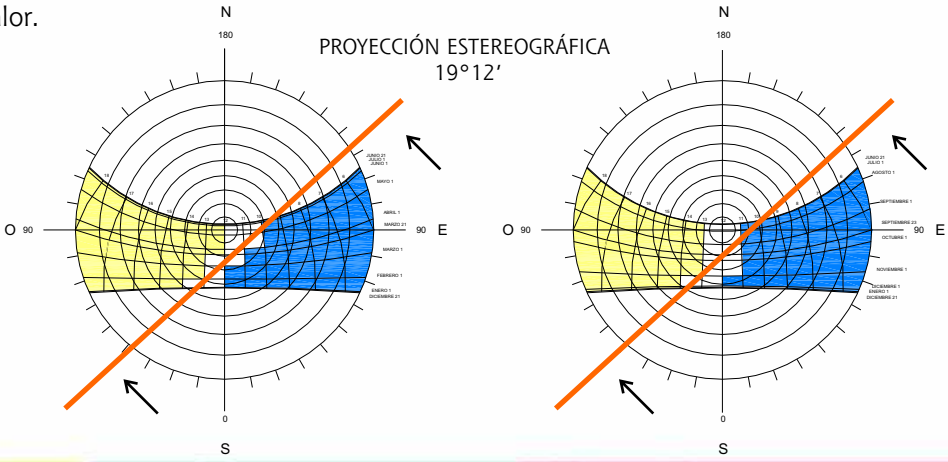
Así mismo, el criterio para determinar el confort Higrométrico en la localidad de estudio será:  
Mayor a 70% H.R. - húmedo  
del 30 al 70% H.R. - confort higrométrico  
menor a 30% H.R. - seco



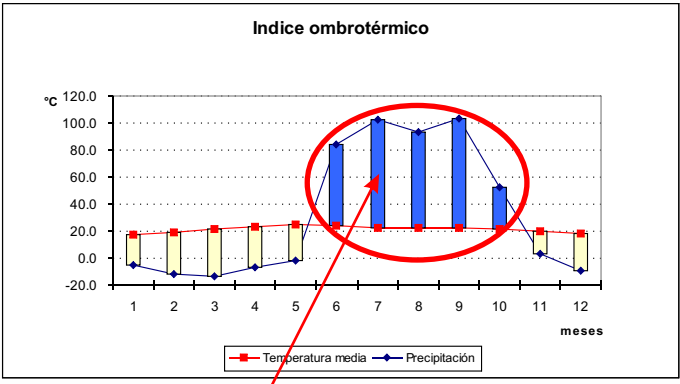
Tablas de Temperatura y Humedad Horarias

De acuerdo a las tablas horarias de Temperatura y Humedad se pueden establecer criterios de horarios de confort. Así mismo, el combinar estos datos con la Proyección Estereográfica, servirá para establecer orientaciones idóneas según el horario de uso y actividad que se desarrolle dentro de un local determinado.

En el caso de la localidad de El Pinalito, en Ario de Rosales, Michoacán, la orientación más favorable para los espacios será E, ESE, SSE y S, éstas últimas con dispositivos de control solar, para evitar ganancias excesivas de calor.



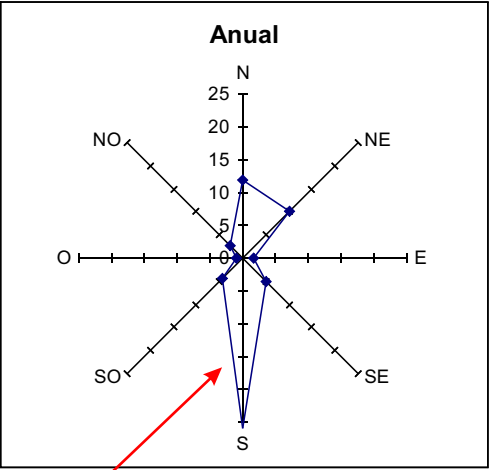
Meses con mayor porcentaje de días despejados: aprovechamiento para sistemas y dispositivos solares



Periodo de precipitación: captación de aguas pluviales, forma, extensión y materiales de cubiertas.

De acuerdo con algunas de las gráficas derivadas de los Datos Climáticos para la localidad de Ario de Rosales, Michoacán se obtienen algunas conclusiones como la posibilidad de obtener energía a partir del sol, ya que el nivel de radiación en el municipio es alto (672.5 W/m2), de igual forma, el número de días despejados al año es importante ya que determina los meses en los que se requerirá un sistema de apoyo al sistema solar para calentamiento de agua, así como para la producción de energía.

La dirección y velocidad media de la región determina junto con los datos horarios de temperatura la orientación idónea de los espacios que conformarán el conjunto de la escuela rural. Por tratarse de un proyecto bioclimático, el aprovechamiento del viento es importante para generar los cambios de aire necesarios por local de una manera natural y eficiente.



Dirección Dominante del Viento: S  
Velocidad media anual: 2.3 m/s  
Velocidad máxima anual: 6.6 m/s

Velocidad y Dirección dominante del Viento:  
Orientación para ventilación natural de espacios

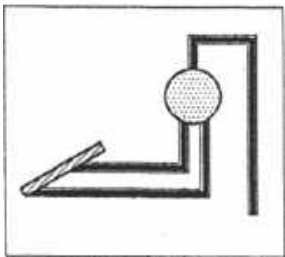
Ario de Rosales, MICHOACÁN 1951-1980		
CLIMA		(A/Ca w1(w) (e)gw"
BIOClima		TEMPERADO HUMEDO
LATITUD		19° 12'
LONGITUD		101° 44'
ALTITUD		1840 msnm

MES	MÁXIMA TOTAL	W/m2
Enero	625	
Febrero	714	
Marzo	767	
Abril	774	
Mayo	743	
Junio	642	
Julio	632	
Agosto	671	
Septiembre	668	
Octubre	650	
Noviembre	628	
Diciembre	557	
Promedio	673	

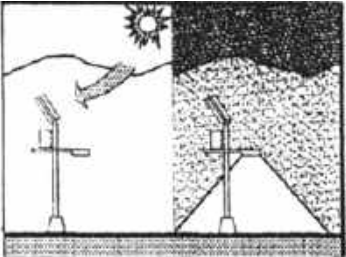
MES	MÁXIMA DIRECTA
Enero	451
Febrero	531
Marzo	568
Abril	563
Mayo	527
Junio	530
Julio	406
Agosto	447
Septiembre	450
Octubre	450
Noviembre	450
Diciembre	381
Promedio	480

MES	MÁXIMA DIFUSA
Enero	174
Febrero	183
Marzo	199
Abril	211
Mayo	216
Junio	112
Julio	226
Agosto	224
Septiembre	218
Octubre	200
Noviembre	178
Diciembre	176
Promedio	193

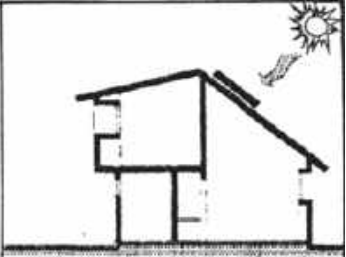
En el caso analizado, la mayoría de los meses presentan buenos niveles de radiación, con un promedio anual del 672.6 Wm/2, por lo que las ganancias directas de radiación solar en todo el espacio arquitectónico serán altas, presentándose a partir de las 8:00 y hasta las 16:00 en prácticamente todos los meses. Sin embargo, con respecto al porcentaje de días nublados se presentan sobre todo en el periodo de lluvias, a partir de junio y hasta septiembre, hecho que determina la necesidad de sistemas de apoyo a los sistemas y equipos solares para producción de energía luminosa y calorífica.



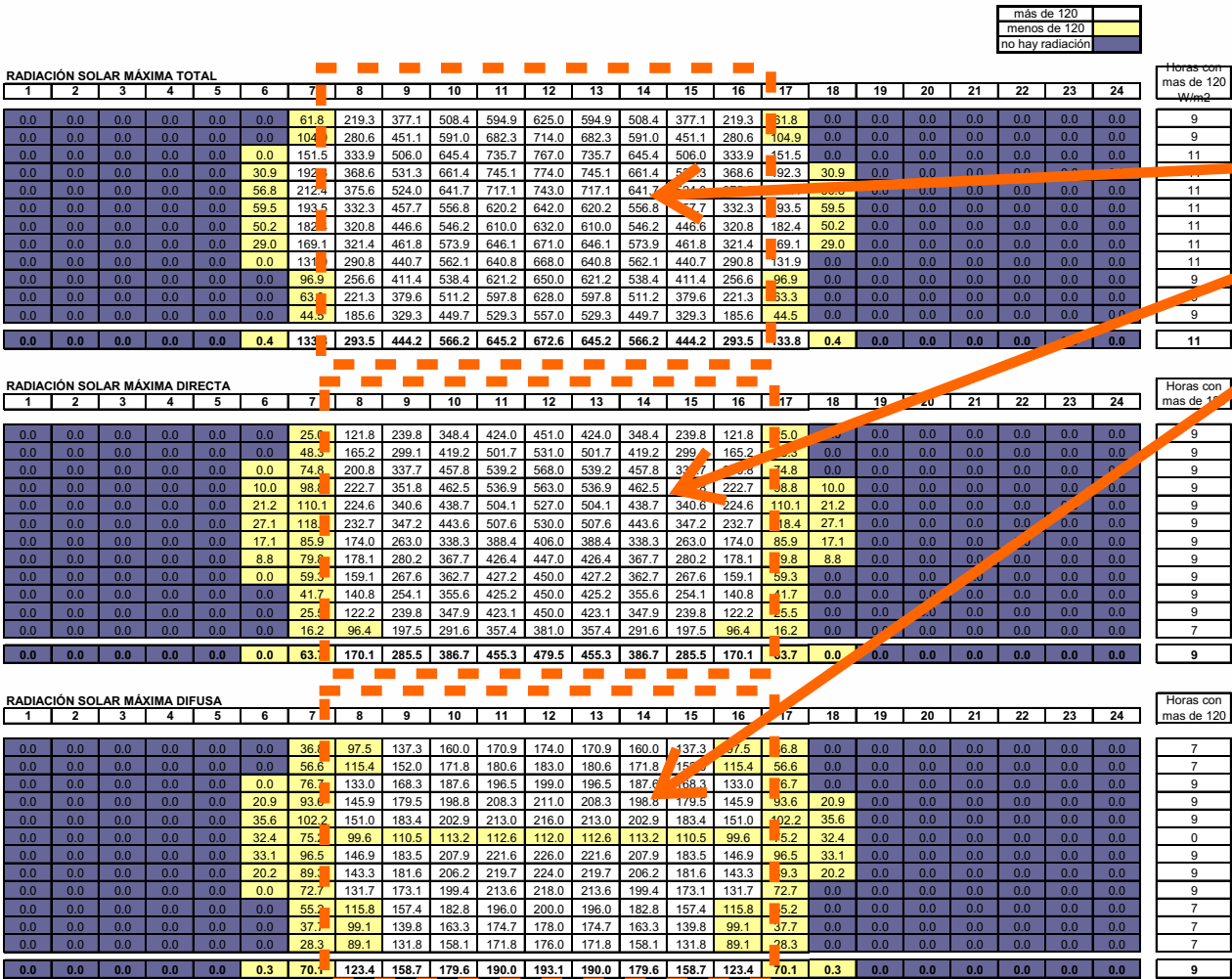
Calentamiento de agua por medio de energía solar



Luminarias solares autosuficientes



Electricidad solar fotovoltaica



Radiación Solar Máxima Total: 673 W/m2

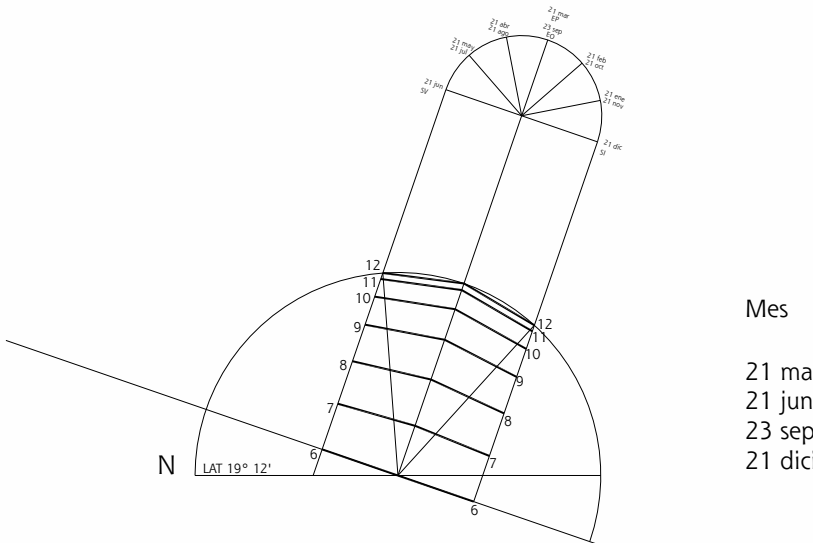
Radiación Solar Máxima Directa: 480 W/m2

Radiación Solar Máxima Difusa: 193 W/m2

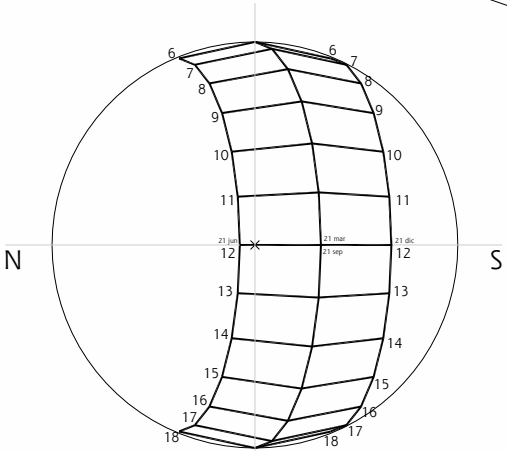
## GRÁFICA SOLAR

PROYECCIÓN ORTOGONAL

LATITUD: 19° 12'








Mes	Duración de Día
21 marzo	12 horas
21 junio	13 horas
23 septiembre	12 horas
21 diciembre	11 horas





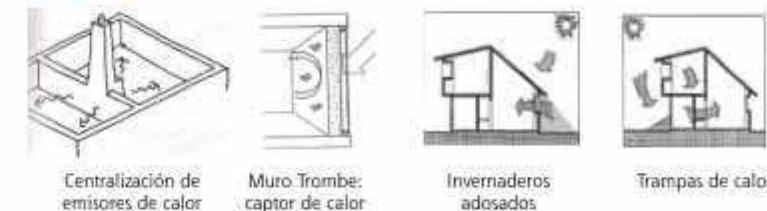
## MATRIZ DE CLIMATIZACIÓN ESTRATEGIAS DE DISEÑO GENERALES

CLIMA	(A) Cw wtw / cldg**
BIOCLIMA	TEMPERADO HÚMEDO
LATITUD	18° 12'
LONGITUD	101° 46'
ALTITUD	1940

SIMBOLOGIA	
	Estrategia General
	Núcleo
	Parlamento
	Evitar
	Restringir

CONDICIONANTE CLIMÁTICA		SISTEMAS PASIVOS		OPCIONES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO												ALGUNOS ELEMENTOS REGULADORES				
Cálido Seco	Cálido	Cálido Húmedo	Templado Seco	Templado	Templado Húmedo	Semi-frío Seco	Semi-frío	Semi-frío Húmedo	ESTRATEGIA	DIAGRAMA	período	INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO		OTOÑO		
												ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	
									Promover la Ganancia Solar Directa		día									Bermbentos aislados, ventanas, tragaluzes, lucernarios, etc.
									Promover las Ganancias Internas		día									Personas, lámparas, equipos, chimeneas, etc.
									Promover la Ganancia Solar Indirecta		día									inercia térmica de materiales, radiación reflejada, muro trombe, invernaderos, sistemas aislados, etc.
									Minimizar el Flujo Conductivo de Calor		día									Materiales aislantes, contraventanas, etc.
									Minimizar el Flujo de Aire externo		día									Protección contra el viento (barreras vegetales o arquitectónicas) Exclusas térmicas y herméticas
									Minimizar la Infiltración		día									Exclusas térmicas, hermeticidad
									Minimizar la Ganancia Solar		día									Dispositivos de control solar: volados, aleros, persianas, persianas, celosías, lamas, orientación, vegetación, etc.
									Promover la Ventilación Natural		día									Ventilación cruzada
									Promover el Enfriamiento Evaporativo		día									Fuentes, vegetación, fuentes, cortinas de agua, riego por aspersión, etc.
									Promover el Enfriamiento Radiante		día									Uso de materiales radiantes, "cubierta estancos", etc.
									Minimizar el Flujo Conductivo de Calor		día									Materiales aislantes, contraventanas, etc.
									Amortiguamiento Térmico		día									inercia térmica de los materiales
									Promover Enfriamiento Terrestre		día									Materiales y sumideros de calor, caza enterrada, con taludes
									Promover la Ventilación Forzada o Pre-tratada		día									Extractores de aire, torres adflicas, muro trombe, colectores de aire, etc.
									Promover el Calentamiento Directo		día									Ganancia solar directa por arbolamientos, ventanas, tragaluzes, lucernarios, etc. Chimeneas, radiadores de alta eficiencia
									Promover el Calentamiento Indirecto		día									inercia térmica de materiales, muro trombe, invernadero adosado o seco, etc. Chimeneas o radiadores de alta eficiencia
									Promover la Ventilación Natural o Inducida		día									Ventilación natural, colectores de aire, muro trombe, invernadero seco, etc.
									Promover Sistemas Evaporativos		día									Espejos de agua, fuentes, cortinas de agua, albercas, lagos, ríos, mar, vegetación, etc.
									Promover la Ventilación Inducida		día									Ductos adflicos, colectores de aire, muro trombe, invernaderos húmedo, etc.

**Calentamiento-** (principalmente nocturno)



**Enfriamiento:** mediante la ventilación natural de los espacios y minimizar ganancias solares durante el día



**Deshumidificación-** Promover calentamiento directo e indirecto (periodo nocturno)



**Humidificación-** por medio de sistemas evaporativos y ventilación inducida en periodo diurno

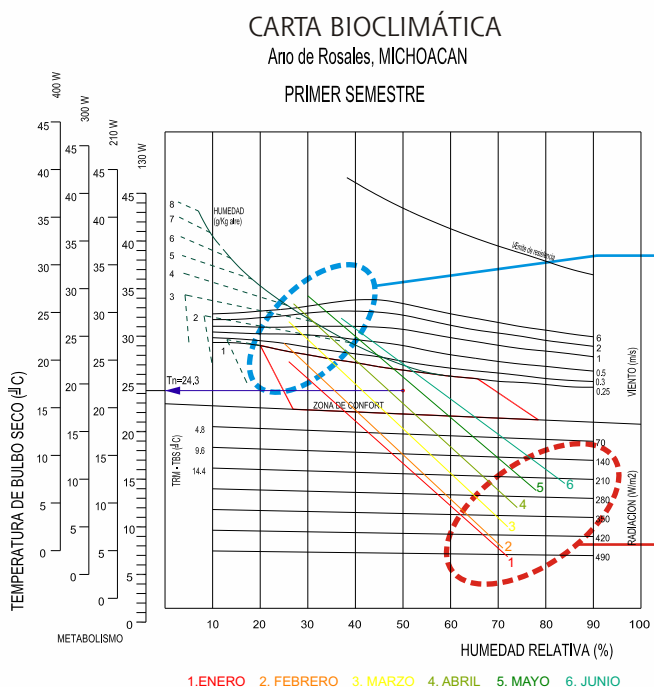


## ANÁLISIS DE GRÁFICAS E INDICADORES





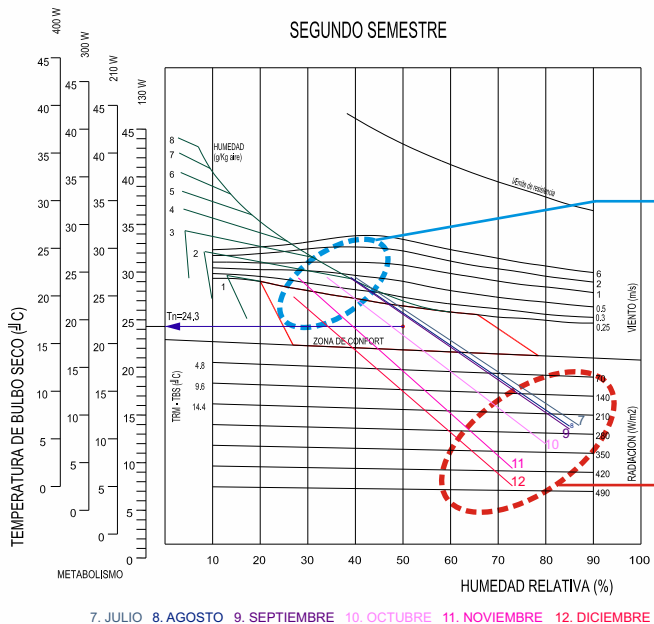
# ANÁLISIS DE GRÁFICAS E INDICADORES



Se requiere ventilación( 1-2m/s ) hacia las horas más cálidas del día (13:00 - 18:00) en los meses de febrero a junio. Las horas de mayor temperatura del mes de enero se encuentran dentro de la zona de confort establecida en esta gráfica.

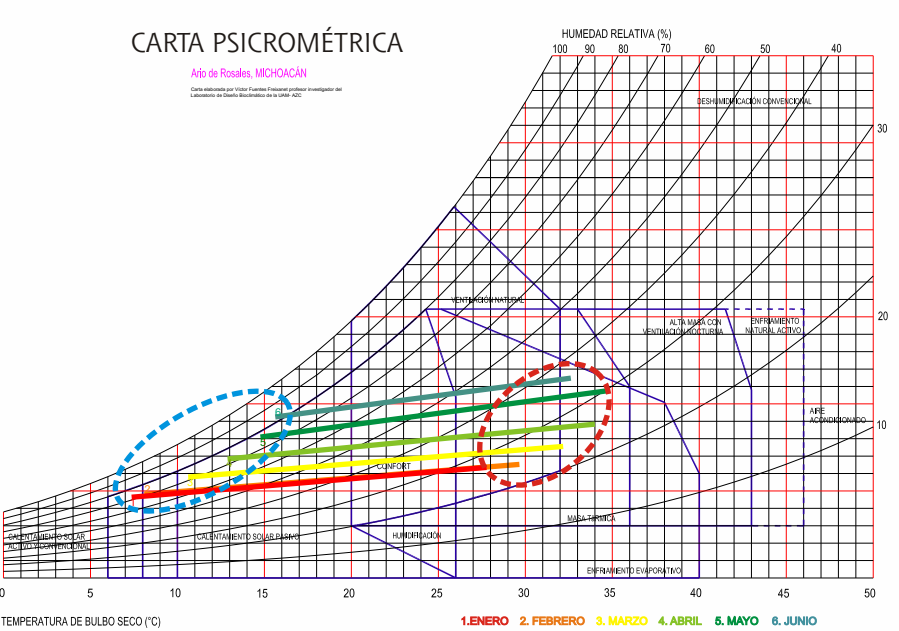
El período más frío del primer semestre del año requiere deshumidificación así como radiación (de 210 a 490 w/m2) para que los espacios sean confortables.

Es importante aclarar que para obtener el índice de confort a lo largo de todo el año deberá usarse la estrategia de sombreado, considerando la correcta orientación de los diferentes espacios que conformarán al proyecto, así como el adecuado dimensionamiento de los mecanismos pasivos de control solar.



Los meses de julio a octubre requieren menores velocidades de viento para entrar en la zona de confort durante el periodo más cálido del día, ya que son los meses con altos índices de humedad, por el periodo de lluvias.

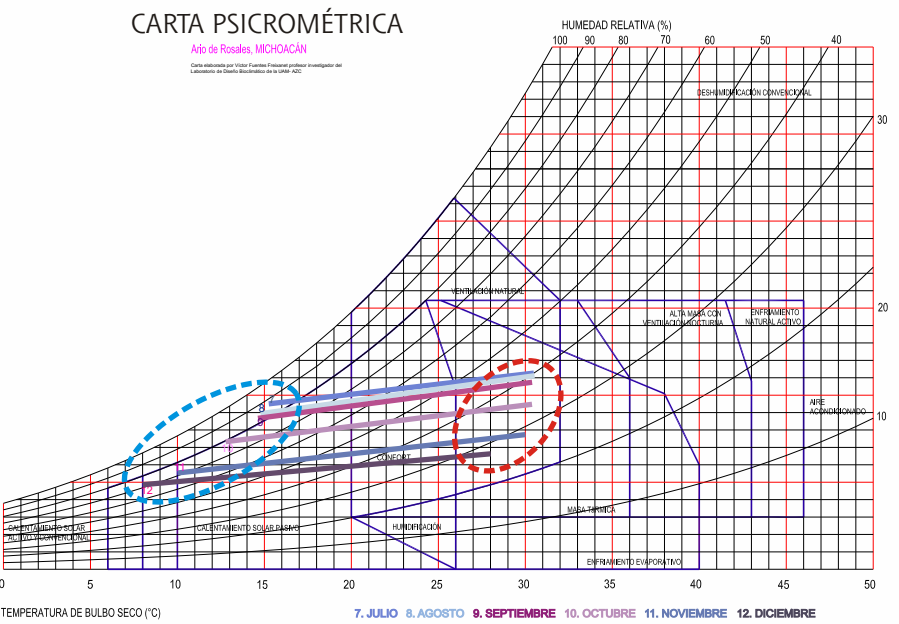
Los requerimientos de calentamiento para el segundo semestre del año son altos, desde 250 hasta 490 w/m2. Probablemente, por el horario de uso de los espacios se requieran sistemas activos de calentamiento y deshumidificación.



De acuerdo con la Carta Psicrométrica los meses que se encuentran en confort térmico son de abril a octubre. Establece la estrategia de radiación solar / calentamiento en el periodo nocturno y las primeras horas de la mañana durante todo el año.

El criterio de sombreado será importante para evitar las ganancias de calor durante los meses más cálidos que son desde abril hasta octubre.

Aparece la estrategia de ventilación prácticamente todo el año en el periodo más cálido del día, desde las 12:00 y hasta las 19:00 hrs. Debe cuidarse esta estrategia ya que en los periodos de bajas temperaturas no es recomendable la ventilación.



Se incluye la estrategia de Enfriamiento Evaporativo como un medio para reducir las altas temperaturas a lo largo del año, sin embargo debe considerarse el periodo de precipitación en los meses de mayo a septiembre.

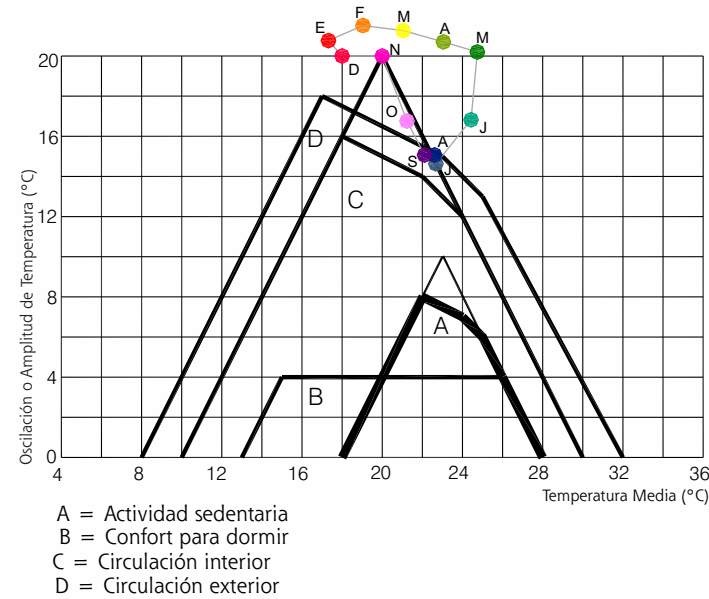
Otro de los criterios a contemplar en el sitio de estudio será la masa térmica como un medio de protección contra las temperaturas fuera del rango de confort.

La adecuada selección de los materiales será determinante para el correcto comportamiento térmico de los espacios, sobre todo aquellos que por su horario de uso, requieren el confort y bienestar de sus ocupantes.

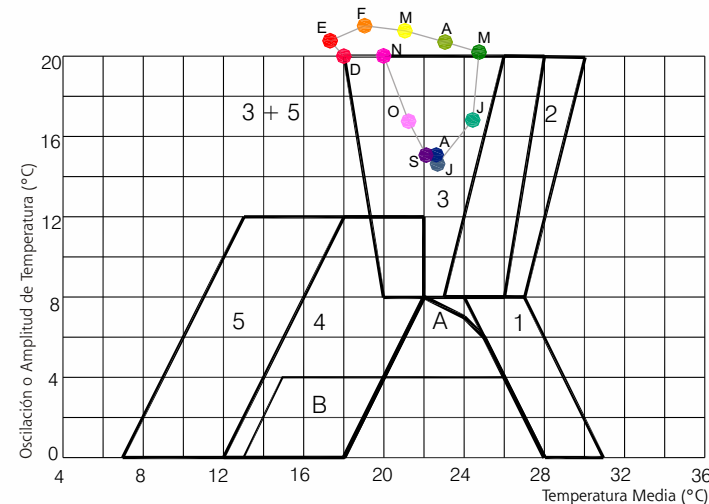
## TRIÁNGULO DE CONFORT

John Martin Evans

El Pinalito, Ario de Rosales, MICHOACÁN



1.ENERO 2.FEBRERO 3.MARZO 4.ABRIL 5.MAYO 6.JUNIO 7.JULIO  
8.AGOSTO 9.SEPTIEMBRE 10.OCTUBRE 11.NOVIEMBRE 12.DICIEMBRE



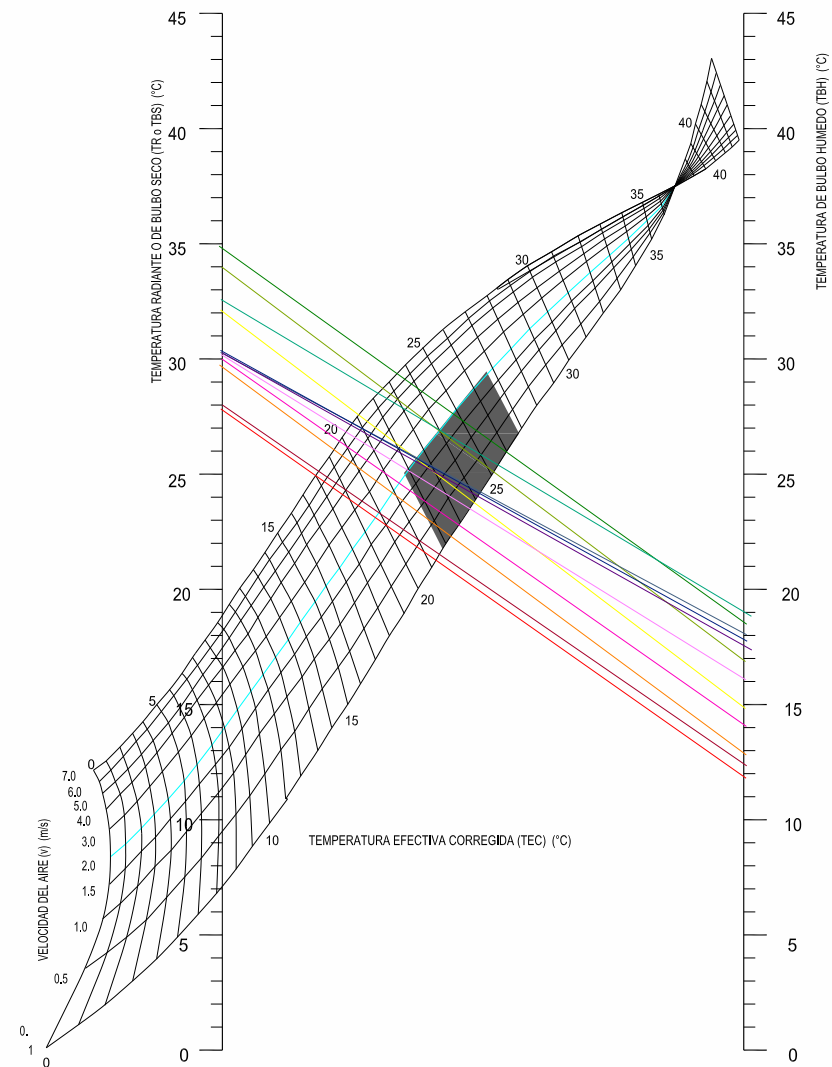
Estrategias Bioclimáticas

- 1 = Ventilación cruzada
- 2 = Ventilación selectiva
- 3 = Inercia térmica
- 4 = Ganancias internas
- 5 = Ganancias solares

La primera gráfica muestra el confort por actividades y en donde prácticamente todos los meses quedan fuera de las zonas de confort por la gran oscilación que se da entre las temperaturas máximas y mínimas en todo el año. Solamente los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre entran en la zona de confort en la Circulación Exterior.

La segunda gráfica propone estrategias bioclimáticas para establecer condiciones de confort al usuario. La estrategia general propuesta es de Inercia Térmica, al ser un clima húmedo y con grandes oscilaciones térmicas, esta propiedad de los materiales retardará el efecto de las temperaturas que estén fuera de la zona de confort, logrando percepciones de bienestar al interior de los espacios.

## TEMPERATURA EFECTIVA CORREGIDA



1. ENERO	19.6	7. JULIO	22.8
2. FEBRERO	20.1	8. AGOSTO	22.6
3. MARZO	22.3	9. SEPTIEMBRE	22.2
4. ABRIL	24.8	10. OCTUBRE	21.7
5. MAYO	24.8	11. NOVIEMBRE	21.1
6. JUNIO	24.1	12. DICIEMBRE	19.8

■ ZONA DE CONFORT

El viento es un factor que determina el microclima en la localidad de estudio, ya que al encontrarse a 200 m por encima de la cabecera municipal, la velocidad del viento también aumentará y disminuirá la percepción de la temperatura.

La velocidad del viento promedio es de 2.3 m/s con dirección Sur y la percepción de temperatura máxima disminuye con esta velocidad de un 33 a un 29 %, bajando en promedio 9°C.

Este factor es importante ya que dependiendo de los horarios de uso de los espacios, deberá aprovecharse mediante la estrategia de ventilación cruzada para reducir las temperaturas interiores.

Así mismo, deberá considerarse su velocidad para disminuirla cuando sea requerido por medio de barreras vegetales antes de introducirlo en algún espacio.



INDICADORES DE MAHONEY						no.		Recomendaciones	
1	2	3	4	5	6				
0	0	4	12	0	0				
Distribución								1	
				1			1	2	Concepto de patio compacto
Espaciamento								3	
								4	
	1						1	5	Configuración compacta
Ventilación								6	
				1				7	
	1							8	
		1					1		Ventilación NO requerida
Tamaño de las Aberturas						1		9	
								10	
				1			1	11	Pequeñas 20 - 30 %
						1	1	12	Muy Pequeñas 10 - 20 %
				1				13	
Posición de las Aberturas								14	
				1				15	
	1								
Protección de las Aberturas						1	1	16	Sombreado total y permanente
			1				1	17	Protección contra la lluvia
Muros y Pisos								18	
				1			1	19	Masivos -Arriba de 8 h de retardo térmico
Techumbre								20	
				1				21	
	1			1			1	22	Masivos -Arriba de 8 h de retardo térmico
Espacios nocturnos exteriores								23	
			1				1	24	Grandes drenajes pluviales

INDICADORES DE MAHONEY RECOMENDACIONES

Las estrategias que propone la tabla de Indicadores de Mahoney resultan muy claras al establecer proporciones, localización, formas y conceptos de elementos constructivos del espacio arquitectónico para proporcionar el confort a sus usuarios.

Para las condiciones climáticas de la localidad de El Pinalito, en Ario de Rosales, Michoacán, los indicadores de Mahoney establecen:

-Distribución: Concepto de patio compacto

-Espaciamento: Configuración compacta (para mantener el calor durante los periodos más fríos del día

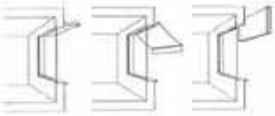
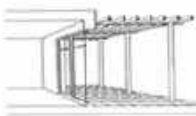
-Ventilación: Ventilación no requerida. Por las bajas temperaturas de la noche y las primeras horas de la mañana, no se recomienda ventilar ya que esto enfriaría aún más los espacios.

-Tamaño de las aberturas: Se recomiendan pequeñas 20-30% y muypequeñas 10-20%. Esta proporción de vanos responden a la necesidad de conservar el calor en el interior de los espacios en las horas más frías del día (a partir de las 20:00 y hasta las 05:00). Así mismo, evitan grandes ganancias de calor en las horas más cálidas del día (12:00-19:00 hrs)

-Protección de las aberturas: Sombreado total y permanente así como protección contra la lluvia, por el alto índice de precipitación pluvial. El sombreado proporcionará confort interior al evitar las ganancias excesivas de calor durante el día. La proporción de los elementos de sombreado deberá estudiarse de acuerdo a la orientación del espacio arquitectónico proyectado.

-Muros, pisos y techumbre: Se recomiendan materiales masivos con retardo térmico superior a 8 horas. Así, la temperatura acumulada durante el día, mantendrá cálidos a los espacios interiores en los periodos nocturnos, de igual forma, durante el día los espacios se mantendrán frescos debido a la pérdida de temperatura en la noche

-Espacios nocturnos exteriores. Por la presencia de precipitación considerable en los meses de mayo a septiembre se recomiendan grandes drenajes pluviales y deberá hacerse un estudio detallado del proyecto hidrosanitario para aprovechar este recurso, darle el tratamiento apropiado y reutilizarlo.



MESES	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Humedad relativa	Estrategia	Requerimiento	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Humedad relativa	Estrategia	Requerimiento
ENERO	27.9	16.3	38	VENTILACIÓN / ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO / SOMBRADO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	7.3	72	86.00	RADIACIÓN / MASA TÉRMICA / MASA TÉRMICA INVERNAL	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS
FEBRERO	29.8	17.5	40	VENTILACIÓN / HUMERIFICACIÓN / SOMBRADO / ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	8.2	71	86.00	RADIACIÓN / MASA TÉRMICA / MASA TÉRMICA INVERNAL	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS
MARZO	32.1	19.6	42	VENTILACIÓN / HUMERIFICACIÓN / SOMBRADO / ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	10.6	72	86.00	RADIACIÓN / MASA TÉRMICA / MASA TÉRMICA INVERNAL	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS
ABRIL	34.0	22.7	44	VENTILACIÓN / HUMERIFICACIÓN / SOMBRADO / ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	12.8	74	86.00	RADIACIÓN	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS
MAYO	34.9	24.0	46	VENTILACIÓN / HUMERIFICACIÓN / SOMBRADO / ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	14.8	76	86.00	RADIACIÓN	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS
JUNIO	32.7	27.3	47	VENTILACIÓN / SOMBRADO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	15.8	84	86.00	RADIACIÓN	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS
JULIO	30.3	30.0	48	VENTILACIÓN / SOMBRADO / ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	15.2	87	86.00	RADIACIÓN	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS
AGOSTO	30.3	31.1	48	VENTILACIÓN / SOMBRADO / ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	14.9	85	86.00	RADIACIÓN	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS
SEPTIEMBRE	30.2	32.0	49	VENTILACIÓN / SOMBRADO / ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	14.6	83	86.00	RADIACIÓN	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS
OCTUBRE	30.2	34.4	49	VENTILACIÓN / HUMERIFICACIÓN / SOMBRADO / ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	12.8	80	86.00	RADIACIÓN	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS
NOVIEMBRE	30.0	36.8	48	VENTILACIÓN / HUMERIFICACIÓN / SOMBRADO / ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	10.0	73	86.00	RADIACIÓN / MASA TÉRMICA / MASA TÉRMICA INVERNAL	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS
DICIEMBRE	28.0	37.7	46	VENTILACIÓN / ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO / SOMBRADO	DISPOSITIVOS DE CONTROL SOLAR, VENTILACIÓN CRUZADA, DUCTOS SÓLIDOS, ESPEJOS DE AGUA,	8.0	73	86.00	RADIACIÓN / MASA TÉRMICA / MASA TÉRMICA INVERNAL	(420 - 490 W/M2) LÁMPARAS, EQUIPOS, MURO TROMBE, INVERNADEROS

Esta tabla resume las estrategias y requerimientos que surgen de las Gráficas Bioclimática, Psicrométrica, Temperatura Efectiva Corregida y Triángulos de Confort en los horarios de Temperatura máxima - Humedad Relativa mínima (15:00 hrs.) y Temperatura mínima - Humedad relativa máxima (06:00 hrs.). Su finalidad es contemplar de forma global las necesidades de los espacios en diferentes horarios y con estrategias completamente distintas. Así mismo, los requerimientos muestran de forma cuantitativa las estrategias de calentamiento, ventilación, y humidificación.

Las conclusiones vertidas en esta tabla pueden observarse a la par del programa arquitectónico para dotar a cada espacio de las estrategias correspondientes según su horario de uso.



# PROGRAMA ARQUITECTÓNICO





PROGRAMA ARQUITECTÓNICO. NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS

	Componente Arquitectónico	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS								NECESIDADES				REQUERIMIENTOS					CONFORT		
		Número de Locales	Mobiliario	Altura	Dimensiones m2	Superficie m2	Volumen m3	No. Personas	Actividad realizada	Horario de Uso	Básicas	Especiales	Relación Directa	Térmicos* (50% H.R.)	Lumínicos*	Acústicos**	Olfativo	Ventilación*v	Orientación Óptima	Estrategia Principal	Dispositivos reguladores
Área Pública. Enseñanza	Aulas Didácticas	4	pupitres, sillas, pizarrón	2.70 *	6.0 x 8.0	48	129.6	20-25	estudiar	11:00 - 17:00	Iluminación natural proveniente del N para garantizar uniformidad. Posibilidad de oscurecimiento para proyección. Masividad en fachada Oeste para evitar ganancias térmicas	Considerar altura de trabajo a 0.70 m. Aumentar niveles de iluminación natural con elementos reflectores.	Talleres, Áreas Verdes y Dirección	18° - 25 ° C	150 - 250 luxes	35-45 dBA		5 cambios por hora	N - E	Enfriamiento	Ventilación cruzada
	Aulas Usos Múltiples (biblioteca, taller de talabartería, taller de costura)	3	mesas de trabajo, sillas, libreros, anaqueles	2.50 *	12.0 x 8.0	96	240	20 - 25	estudiar / leer / trabajar	11:00 - 17:00	Iluminación natural proveniente del N para garantizar uniformidad. Masividad en fachada Oeste para evitar ganancias térmicas	Iluminación niveles superiores a 300 luxes por los trabajos realizados. Aumentar niveles de iluminación natural con elementos reflectores.	Aulas, Áreas Verdes, Servicios	18° - 25 ° C	500 luxes	35-45 dBA		3 cambios por hora	N - E	Enfriamiento	Ventilación cruzada
	Dirección	1	escritorio, sillas, libreros, archiveros	2.50 *	5.0 x 3.60	18	45	1	leer, archivar, escribir	10:00 - 18:00	Iluminación natural proveniente del N para garantizar uniformidad. Masividad en fachada Oeste para evitar ganancias térmicas	Considerar altura de trabajo a 0.90 m	Aulas, Sala de Maestros, Plaza Cívica, Áreas Verdes, Cooperativa	18° - 25 ° C	350 luxes	35-45 dBA		6 cambios por hora	N - E	Enfriamiento	Ventilación cruzada
	Sala de Maestros	1	mesas, sillas, libreros, archiveros	2.50 *	5.0 x 5.0	25	62.5	2	leer, escribir	10:00 - 18:00	Iluminación natural proveniente del N para garantizar uniformidad. Masividad en fachada Oeste para evitar ganancias térmicas	Considerar altura de trabajo a 0.90 m	Aulas, Dirección, Plaza Cívica, Áreas Verdes	18° - 25 ° C	350 luxes	35-45 dBA		6 cambios por hora	N - E	Enfriamiento	Ventilación cruzada
	Cancha de usos Múltiples	1	mesas, bancos	22.0 x 13.0	572		40-60	jugar, recrearse	11:00 - 17:00	Contiene un elemento puntual que le dé identidad al proyecto Espacio compuesto, formado por terrazas que comuniquen con todas las áreas del proyecto. Zonas de luz y sombreado. Pavimentos en color claro		Aulas, Dirección, Talleres, Servicios, Cooperativa, Producción de Alimentos, Establo, y Producción de Energía	12° - 25° C	300 luxes	45-50 dBA			N - S			
	110						homenajes, reunión						70 luxes	45-50 dBA			N - S				
	110						jugar, recrearse						70 luxes	45-50 dBA			N - S				
	Áreas Verdes					400			jugar, recrearse, descansar, animales pastar		Diseño de paisaje. Integrar elemento agua, pavimentos, vegetación, luz y sombras		Aulas, Dirección, Talleres, Establo			45-50 dBA			N - S		
	Establo / asoleadero (10 cabras y 2 machos)	4 ( 2 - 2 ) 1 cuar.		2.30 / descubierto		20 + 60		1 ev.			Establo confortable térmicamente para mantener animales sanos. Rotar la zona de pastar para evitar agujeros en los campos	Orientar al N para garantizar confort olfativo de los demás espacios (en especial el establo de machos)	Sala de Ordeño, Talleres (Quesería), Áreas Verdes		50 luxes	50-65 dBA	Área de cuarentena localizada contra vientos dominantes		E - O		
	Sala de ordeño	1 doble	bancos	2.3 min.	6.50 x 1.0	6.5	15	2	odeñar cabras	15:00 - 17:00	La rampa llegará a una altura de 1.2 para que los niños ordeñen parados y un adulto pueda ordeñar sentado		Asoleadero, Establos, Áreas Verdes, Talleres	18° - 25 ° C	250 luxes	50-65 dBA			N - S		
	Quesería	1	mesas de trabajo, tarjas, refrigerador, estufa	2.50 - 3.00	7.50 x 8.0	60	180	27	aprender, fabricar productos derivados de la leche de cabra	11:00 - 13:00	Iluminación natural proveniente del N para garantizar uniformidad. Instalaciones de agua fría y caliente	Posibilidad del espacio para mantenerse caliente y ventilarse cuando se requiera	Establo, Sala de Ordeño, Talleres, Aulas, Cooperativa	18° - 25 ° C	500 luxes	45-50 dBA		5 cambios por hora	N - S	Enfriamiento	Ventilación cruzada
	Hortalizas y camas biodinámicas	1 H. 5 C.			0.90 x 4.0 C. 10.0 x 10.0 H.	118		25	sembrar y cosechar		Intalaciones especiales para aprovechamiento de aguas pluviales tratadas		Áreas verdes. Cooperativa, Aulas, Plaza cívica, Servicios			50-65 dBA			N - S		
Cooperativa	1	anaqueles, mesas	2.30 *	6.0 x 8.6	52	119.6	2	vender, comprar	13:00 - 16:00	Atención por diferentes ventanillas a la comunidad y a la propia escuela.	Ventilar para evitar la humedad dentro del espacio	Patio, Quesería, Producción Alimentos (hortaliza), Dirección	18° - 25 ° C	150 luxes	45-50 dBA			N - S	Enfriamiento	Ventilación cruzada	
Área Servicios	Cuarto de Aseo	1	anaqueles	2.30 *	3.0 x 3.0	9	20.7		almacenar		Ventilar para evitar la humedad dentro del espacio		Baños, Bodega	18° - 25 ° C	150 - 200 luxes	45-50 dBA			N - S	Enfriamiento	Ventilación cruzada
	Bodega	1	anaqueles	2.30 *	5.0 x 3.60	18	41.4	1	almacenar		Ventilar para evitar la humedad dentro del espacio		Cooperativa, Cuarto de Aseo, Talleres	18° - 25 ° C	150 - 200 luxes	45-50 dBA			N - S	Enfriamiento	Ventilación cruzada
	Sanitarios	3	4 wc, 4 lavabos	2.5	4.0 x 4.0	16	40	3	asearse	11:00 - 17:00	Instalaciones especiales para aprovechamiento de aguas grises	Aprovechamiento de vientos dominantes	Aulas, Talleres, Cuarto de Aseo, Área de Producción de Energía y Tratamiento de Agua	18° - 25 ° C	100 luxes	45-50 dBA		10 cambios por hora	N - S	Enfriamiento	Ventilación cruzada
	Área destinada a Tratamiento de aguas grises y pluviales	1		2.5- 3.0 prof.	12.0 x 12.0	144			procesos de purificación y saneamiento de aguas grises y pluviales		Humedales integrados al paisaje en Áreas Verdes		Área de Servicios, Viviendas de Profesores, Hortalizas								
	Área destinada a Colectores Solares y Celdas Fotovoltaicas	1			15.0 x 8.0	120			producción de energía calorífica y eléctrica a partir del sol		Orientación de dispositivos solares hacia el Sur e inclinación de colectores y paneles fotovoltaicos a 20°		Área de Servicios, Viviendas de Profesores, Quesería								
	Área de recolección de basura y producción de composta	1		2.3	3.0 x 3.0	9	20.7		recolección de basura y localización de botes composteros para producción de composta		Botes para clasificación de Residuos (orgánicos, inorgánicos, reciclables)		Cooperativa, Viviendas de Profesores, Áreas Verdes, Hortalizas, Establo								
	Área de Estacionamiento y maniobras	1			7.0 x 10.7	75			estacionarse, maniobras	11:00 - 17:00	Iluminación nocturna por medio de lámparas fotovoltaicas autosuficientes	Trampas de grasa en instalación de recolección de aguas pluviales	Viviendas de Profesores, Bodega, Cooperativa		30 luxes	50-65 dBA			N - S		
Área Privada. Vivienda Profesor residente	Recámara	2	cama, buró, armario, cajoneras	2.5	3.0 x 3.0	9	22.5	2	dormir, descansar	20:00 - 06:00	Por medio de inercia térmica garantizar el confort en el periodo nocturno		Baño, Área de Estar, Áreas verdes	25° C	75 luxes	35-40 dBA			E - S	Calentamiento / Deshumidificación	Inercia térmica, protección contra el viento, hermeticidad
	Comedor / Estancia	1	mesa, sillas, sillones, libreros, vitrina	2.5	5.0 x 5.0	25	62.5	4	comer, descansar, convivir, recrearse	07:00 - 09:00, 18:00 - 20:00	Iluminación natural y protección mediante dispositivos de control solar		Baño, Recámara, Cocina, Áreas verdes	18° - 25 ° C	125 luxes	35-40 dBA			E - S	Calentamiento / Deshumidificación	Inercia térmica, protección contra el viento, hermeticidad
	Cocina	1	estufa, refrigerador, fregadero, alacenas, mesa, sillas	2.5	3.0 x 4.0	12	30	4	preparar alimentos, comer	06:00 - 07:00 , 18:00 - 20:00	Orientación N para tener iluminación uniforme y aprovechar la ausencia de ganancias térmicas para la conservación de alimentos	Espacio vinculado con una cámara fría pasiva que aproveche el viento	Área de Estar, Área de Lavado, Áreas verdes	18° - 25 ° C	125 luxes	35-40 dBA			N	Calentamiento / Deshumidificación	Inercia térmica, protección contra el viento, hermeticidad
	Jardín	1				12			recrearse		Iluminación nocturna por medio de lámparas fotovoltaicas autosuficientes		Área de Estar, Cocina, Recámara, Baño	18° - 25 ° C		35-40 dBA			E - S		
	Baño	1	wc, lavabo, regadera	2.3	2.0 x 1.5	3	6.9	1	asearse	06:00 - 07:00	Garantizar una buena ventilación por la alta humedad	Dispositivos ahorradores, instalación para reutilización de aguas grises	Recámara, Área de Estar, Cocina	18° - 25 ° C	75 luxes	35-40 dBA			E - S	Calentamiento / Deshumidificación	Inercia térmica, protección contra el viento, hermeticidad
	Patio de servicio	1	lavadero, área de tendido, alacenas	2.3	2.0 x 3.5	7	16.1	2	lavar, tender, almacenar	09:00 - 11:00	Garantizar una buena ventilación por la alta humedad	Dispositivos ahorradores, instalación para reutilización de aguas grises	Cocina, Áreas verdes	18° - 25 ° C	50 luxes	35-40 dBA			E - S	Calentamiento / Deshumidificación	Inercia térmica
Área Privada. Vivienda Profesor temporal (2)	Recámara	1	cama, buró, armario	2.5	3.0 x 3.0	9	22.5	2	dormir, descansar	20:00 - 06:00	Por medio de inercia térmica garantizar el confort en el periodo nocturno		Baño, Área de Estar, Áreas verdes	25° C	75 luxes	35-40 dBA			E - S	Calentamiento / Deshumidificación	Inercia térmica, protección contra el viento, hermeticidad
	Comedor / Estancia	1	mesa, sillas, sillones, libreros	2.5	4.0 x 4.0	16	40	4	comer, descansar, convivir, recrearse	07:00 - 09:00, 18:00 - 20:00	Iluminación natural y protección mediante dispositivos de control solar		Baño, Recámara, Cocina, Áreas verdes	18° - 25 ° C	125 luxes	35-40 dBA			E - S	Calentamiento / Deshumidificación	Inercia térmica, protección contra el viento, hermeticidad
	Cocina	1	estufa, refrigerador, fregadero, alacenas	2.5	3.0 x 3.0	9	22.5	4	preparar alimentos, comer	06:00 - 07:00 , 18:00 - 20:00	Orientación N para tener iluminación uniforme y aprovechar la ausencia de ganancias térmicas para la conservación de alimentos	Espacio vinculado con una cámara fría pasiva que aproveche el viento	Área de Estar, Área de Lavado, Áreas verdes	18° - 25 ° C	125 luxes	35-40 dBA			N	Calentamiento / Deshumidificación	Inercia térmica, protección contra el viento, hermeticidad
	Jardín	1				10			recrearse		Iluminación nocturna por medio de lámparas fotovoltaicas autosuficientes		Área de Estar, Cocina, Recámara, Baño	18° - 25 ° C		35-40 dBA			E - S		
	Baño	1	wc, lavabo, regadera	2.3	2.0 x 1.5	3	6.9	1	asearse	06:00 - 07:00	Garantizar una buena ventilación por la alta humedad	Dispositivos ahorradores, instalación para reutilización de aguas grises	Recámara, Área de Estar, Cocina	18° - 25 ° C	75 luxes	35-40 dBA			E - S	Calentamiento / Deshumidificación	Inercia térmica, protección contra el viento, hermeticidad
	Patio de servicio	1	lavadero, área de tendido, alacenas	2.3	2.0 x 3.5	7	16.1	2	lavar, tender	09:00 - 11:00	Garantizar una buena ventilación por la alta humedad	Dispositivos ahorradores, instalación para reutilización de aguas grises	Cocina, Áreas verdes	18° - 25 ° C	50 luxes	35-40 dBA			E - S	Calentamiento / Deshumidificación	Inercia térmica
Total Escuela:				2 385.00 m²																	
Total Escuela + Áreas de Vivienda				2 589.00 m²																	

\* Requerimienots mínimos recomendados para instituciones escolares.  
Normatividad del Comité Administrador del Programa de Construcción de Escuelas.  
\*\* Tabla de Clasificación del Confort acústico en espacios y usos arquitectónicos. RODRIGUEZ M. Fausto, Hacia una clasificación del Confort Acústico en Arquitectura, Memoria del VI Congreso Mexicano de Acústica, Oaxaca, México, 1999.

v Abertura mínima del 5% del área del Local.



HORARIOS DE USO DE LOS ESPACIOS Y RELACIÓN CON TEMPERATURAS HORARIAS



En primer lugar se relaciona la tabla de temperaturas horarias con los horarios de actividades en los espacios, para determinar las zonas dentro y fuera de confort térmico. Así mismo, se establece una jerarquía en cuanto a requerimientos por actividades.

Después se analizan las actividades y sus horarios para determinar los meses y horas que requieren calentamiento, enfriamiento o protección solar.

De esta forma, se concluirá en las estrategias reales de cada local de acuerdo a la actividad que ahí se desarrolle y el horario en el cual se llevarán a cabo, y así optimizar el uso de sistemas pasivos y activos aplicables a cada espacio.

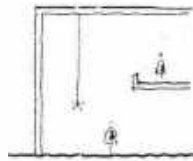
TABLA DE REQUERIMIENTOS POR USO HORARIO DE LOS ESPACIOS

ÁREAS		REQUERIMIENTOS DE CALENTAMIENTO		CONDICIONES DE CONFORT		REQUERIMIENTOS DE ENFRIAMIENTO	
		MESES	HORAS	MESES	HORAS	MESES	HORAS
ÁREA PRIVADA. VIVIENDAS	Recámara(s)	ENERO, DICIEMBRE	21:00 - 11:00				
		FEBRERO, NOVIEMBRE	22:00 - 11:00				
		MARZO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE	23:00 - 10:00				
		ABRIL, JULIO, AGOSTO	24:00 - 10:00				
	Cocina	ENERO, FEBRERO, MARZO, ABRIL, MAYO, JUNIO, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE, DICIEMBRE	6:00 - 7:00, 9:00	ENERO, DICIEMBRE	20:00	ABRIL	20:00
		ENERO, DICIEMBRE	21:00	FEBRERO, MARZO, ABRIL, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE	20:00 - 21:00	MAYO, JUNIO	20:00 - 21:00
ÁREA PÚBLICA. ESCUELA RURAL	Estancia			ENERO, FEBRERO, NOVIEMBRE, DICIEMBRE	19:00 - 20:00	ABRIL, MAYO, JUNIO	19:00 - 20:00
				MARZO, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE	20:00	MARZO, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE	19:00
	Baño (Viviendas)	ENERO, FEBRERO, MARZO, ABRIL, MAYO, JUNIO, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE, DICIEMBRE	08:00	JUNIO, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE	07:00		
	Aulas y Talleres, Servicios			ENERO, DICIEMBRE	12:00 - 13:00	ABRIL, MAYO, JUNIO	12:00 - 17:00
		ENERO, FEBRERO, NOVIEMBRE, DICIEMBRE	11:00	FEBRERO, NOVIEMBRE	12:00	FEBRERO, MARZO, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE	13:00 - 17:00
				MARZO, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE	11:00 - 12:00	ENERO, DICIEMBRE	14:00 - 17:00
				ABRIL, MAYO, JUNIO	11:00		
ÁREA PÚBLICA. ESCUELA RURAL	Dirección y Sala de Maestros	ENERO, FEBRERO, MARZO, ABRIL, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE, DICIEMBRE	10:00	MAYO, JUNIO	10:00 - 11:00	ENERO, DICIEMBRE	14:00 - 17:00
				ABRIL	11:00	FEBRERO, MARZO, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE, NOVIEMBRE	13:00 - 18:00
		ENERO, FEBRERO, NOVIEMBRE, DICIEMBRE	11:00	MARZO, JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE, OCTUBRE	11:00 - 12:00		
				FEBRERO, NOVIEMBRE	12:00	ABRIL, MAYO, JUNIO	12:00-18:00
ÁREA PÚBLICA. ESCUELA RURAL				ENERO, DICIEMBRE	12:00-13:00		

# ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y SISTEMAS PASIVOS APLICABLES AL PROYECTO



## ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y SISTEMAS PASIVOS APLICABLES AL PROYECTO



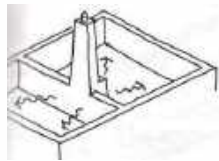
### CALENTAMIENTO. GANANCIAS INTERNAS (POR LA NOCHE)

Este tipo de estrategia será utilizada durante la noche y primeras horas del día (entre las 22:00 y las 8:00 hrs) que es cuando la temperatura se encuentra por debajo del rango de confort establecido con respecto a la temperatura neutra ( $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ ) y la humedad relativa está por encima de la zona de confort higrométrico ( $> 70\%$  h.r.). Para muchas de las estrategias sugeridas y analizadas se deberá tomar en cuenta el horario de uso de los espacios, pues estos sistemas deberán controlarse durante el día por medio de los usuarios. Del análisis combinado de temperaturas horarias y trayectoria solar se deduce que la orientación



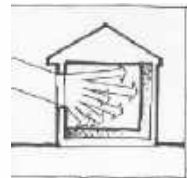
### DISEÑO BIOCLIMÁTICO.

La adecuada orientación, la utilización de los materiales y colores idóneos proporcionarán un mayor confort térmico y una menor utilización de artefactos acondicionadores del clima, consecuentemente se ahorran los energéticos utilizados para climatización.



### CENTRALIZACIÓN DE LOS EMISORES DE CALOR.

La localización de los emisores de calor será más eficiente si éstos se colocan en el centro del espacio a calentar. Cuando se utilicen parrillas eléctricas, calentadores de gas o leña es necesario utilizar paneles reflectantes metálicos pulidos, para evitar pérdidas de calor.



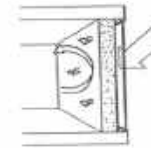
### -CALENTAMIENTO. DIRECTO E INDIRECTO

Este tipo de estrategia será utilizada durante la noche y primeras horas del día (entre las 22:00 y las 8:00 hrs) que es cuando la temperatura se encuentra por debajo del rango de confort establecido con respecto a la temperatura neutra ( $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ ) y la humedad relativa está por encima de la zona de confort higrométrico ( $> 70\%$  h.r.). Para muchas de las estrategias sugeridas y analizadas se deberá tomar en cuenta el horario de uso de los espacios, pues estos sistemas deberán controlarse durante el día por medio de los usuarios.



### UTILIZACIÓN DE MATERIALES ADECUADOS.

Los muros y techo son los elementos que ganan y almacenan calor durante el día con la insolación. Además del tipo de material, su espesor, orientación y forma tienen que ver con la cantidad de ganancia de calor que pueden aportar hacia el interior.



### MUROS CAPTORES DE CALOR.

Panel de vidrio adosado a un muro asoleado, pintado de color oscuro. La temperatura contenida entre el muro y el vidrio se elevará y ese calor puede pasar al interior.



### TRAMPAS DE CALOR.

Pequeño espacio orientado hacia el sol relleno con piedras de color oscuro, cubierto con vidrio para almacenar el calor y usarlo para calentar las zonas frías cuando se requiera. Ahorra los aparatos y la energía comercial para calentamiento ambiental.



### INVERNADEROS ADOSADOS.

Adosados en un muro asoleado, el calor guardado en su interior puede continuamente cederse al interior, independientemente de los cultivos que se produzcan en su interior. Crea una corriente convectiva de calentamiento continuo para evitar el uso de calentadores de gas, eléctricos o de cualquier otro tipo. Este sistema será útil en los espacios que se usarán en la tarde, noche y madrugada, como dormitorios y estancias, almacenando el calor durante el día y liberándolo en las noches, cuando la temperatura desciende considerablemente y la humedad es alta.



### PROTECCIÓN CONTRA EL VIENTO.

Por medio de barreras vegetales, arquitectónicas y elementos como oscuros en ventanas para conservar la temperatura interior de los espacios.



### EXCLUSAS TÉRMICAS.

A través de un correcto diseño arquitectónico evitar la salida y entrada de corrientes de aire directo al espacio más protegido o de mayor vulnerabilidad térmica por su horario de uso.



### TAMAÑO DE ABERTURAS.

En las fachadas Norte y Noreste, las superficies vidriadas deberán ser mínimas, con el fin de evitar pérdidas de calor por viento.





## ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y SISTEMAS PASIVOS APLICABLES AL PROYECTO



### ENFRIAMIENTO. MINIMIZAR GANANCIAS SOLARES (DURANTE EL DÍA)

Este tipo de estrategia deberá ser usada durante el día, cuando se tienen las mayores ganancias de temperatura y las temperaturas exceden la Zona de Confort Térmico (+ de 26.8°C) y la humedad relativa baja considerablemente, en algunos casos, por debajo de la zona de confort higrométrico (< 30% h.r.) Deberán tomarse en cuenta según los horarios de uso del espacio, pues justo es en estas horas cuando se usan casi todos los espacios del proyecto.



### VOLADOS

Las superficies orientadas al sur, oriente o poniente captan gran cantidad de asoleamiento que puede disminuirse con los volados, evitando la radiación directa, ya sea hacia el interior sobre los muros.



### CELOSÍAS Y PARTELUCES EXTERIORES

Evitan el asoleamiento directo hacia el interior y por tanto la ganancia de calor. Se deben diseñar para dar suficiente luminosidad natural y bloquear la radiación directa.



### GEOMETRÍA DEL TECHO

La absorción de calor por radiación solar es mayor en las techumbres planas. Cada 10° de inclinación sobre la horizontal, representan de 10% a 15% de menor ganancia de calor por radiación.



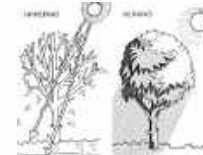
### UTILIZACIÓN DE MATERIALES ADECUADOS

Los muros y techo son los elementos que ganan y almacenan calor durante el día con la insolación. Además del tipo de material, su espesor, orientación y forma tienen que ver con la cantidad de ganancia de calor que pueden aportar hacia el interior.



### ENREDADERAS EN MUROS ASOLEADOS

Disminuye la incidencia directa del sol sobre las paredes y en consecuencia hacia el interior se transmitirá menos cantidad de calor. Las trepadoras más convenientes son las de hoja perenne, que conservan sus hojas durante el estiaje.



### VEGETACIÓN ALREDEDOR

Los árboles alrededor modifican el microclima existente, conduciendo adecuadamente las corrientes de aire hacia el interior y sombreando los muros asoleados, así como el suelo que circunda al edificio. Es necesario elegir cuidadosamente las especies caducifolias o perennifolias que se van a utilizar, en función de los requerimientos térmicos de los espacios interiores.



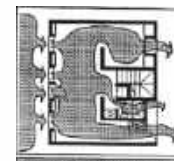
### DISMINUCIÓN DE LA REFLEXIÓN

Para un muro al sur con piso exterior pétreo de mosaico o concreto, la radiación reflejada es equivalente a la mitad de la recibida directamente sobre el muro. Un talud o un piso con capa vegetal absorbe la radiación y no la refleja sobre el muro.



### ENFRIAMIENTO. PROMOVER VENTILACIÓN NATURAL

Por medio de la ventilación natural y la adecuada localización de los vanos, se permitirá la libre circulación del aire fresco del exterior para refrescar los espacios interiores de uso diurno. La geometría y dimensiones de estos elementos y con respecto a los espacios arquitectónicos deberán revisarse para su correcto funcionamiento.



### ORIENTACIÓN ADECUADA

La colocación del volumen respecto al tránsito solar, vientos dominantes, cuerpos de agua y vegetación, es primordial para evitar la radiación directa y aprovechar el microclima en beneficio de una mayor frescura. De acuerdo a las temperaturas horarias relacionadas con la gráfica estereográfica para la latitud de la localidad de estudio la orientación adecuada para el espacio habitable será N-E-S, con protección de vanos hacia el S para evitar ganancias excesivas de calor.



### INDUCCIÓN DE AIRE FRESCO

Usando la masa térmica de la tierra para enfriar el aire, se colocan tubos bajo tierra y se induce el aire al interior produciendo una corriente que refresca el ambiente, con lo que se evita la utilización de aire acondicionado y el gasto de operación que implica.



## ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y SISTEMAS PASIVOS APLICABLES AL PROYECTO

### ENFRIAMIENTO. PROMOVER VENTILACIÓN NATURAL



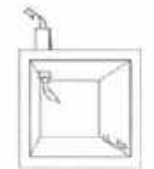
#### DISTRIBUCIÓN INTERIOR

Una adecuada disposición de los muros que impida que el calor quede encerrado y propicie la ventilación cruzada, mantendrá fresco el espacio cuando se abren las ventanas.



#### ALTURA DEL PISO AL TECHO

Entre más alta sea la techumbre más frescas estarán las partes bajas, ya que el aire fresco permanece abajo mientras que el caliente sube a medida que se eleva la temperatura. En la parte más alta se deberá disponer de una salida de aire.



#### EFECTO CHIMENEA

Se da por diferencia de temperaturas del aire interior. El aire caliente tiende a subir y el fresco a precipitarse; una abertura en la parte superior deja salir en forma natural el calor acumulado.



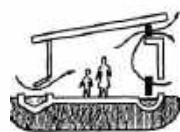
#### EFECTO VENTURI

Se lleva a cabo mediante ventilación cruzada en la parte superior del techo, la presión del viento sobre los vanos produce la succión de aire caliente del interior por diferencia de presiones.



#### MURO ELIMINADOR DE CALOR

Consiste en un panel de vidrio adosado a un muro asoleado, para que el calor generando en su interior haga la suficiente presión para ser expulsado por la parte superior del panel, arrastrando también el aire caliente adentro de la casa.



### -HUMIDIFICACIÓN. PROMOVER SISTEMAS EVAPORATIVOS

Este tipo de estrategia y sistemas serán útiles durante las horas de mayores temperaturas durante el año (a partir de las 11:00 hasta las 19:00 hrs) para reducir la sensación de calor y humidificar el viento que ingrese dentro de los espacios.



### CÁMARA FRÍA

Una de las actividades de educación en la escuela rural proyectada, será la producción de queso y cajeta a partir de leche de cabras. Esta actividad requiere un espacio especial para la ordeña y uno para la enseñanza de la fabricación de queso y cajeta, además de espacio para el almacenamiento de éstos. Los productos serán vendidos en la tienda / cooperativa a la comunidad, por lo que el almacenamiento del queso no será muy prolongado, cabe mencionar que por el pequeño número de cabras tampoco será excesiva la producción del mismo. De este hecho se parte para determinar un sistema pasivo de almacenamiento y conservación de queso para su venta a la comunidad.

La cámara fría consiste en un espacio inmediato a un muro exterior en donde se almacenarán alimentos que requieran refrigeración ligera, conservándolos en óptimas condiciones debido a que la temperatura que se mantiene dentro de la cámara es más baja que la del resto de los espacios. La cámara fría funciona en forma natural por medio de la corriente convectiva o diferencia de temperaturas en el aire.

El muro exterior orientado al norte o adecuadamente sombreado para evitar el aire caliente inmediato a las tomas de la cámara fría tendrá cuatro tubos de PVC en el piso, por donde penetra el aire frío, que al entrar al interior se elevará levemente la temperatura, misma que subirá y saldrá por los otros tubos de PVC colocados en la parte alta, logrando así la corriente continua de aire fresco en su interior.

Tiempo máximo de los derivados en la cámara fría:

Queso chihuahua, fresco, Oaxaca-	no más de 5 días
Crema -	No más de 2 días
Mantequilla -	no más de 2 días
Leche -	no más de 1 día
Huevos -	no más de 7 días

### -ILUMINACIÓN

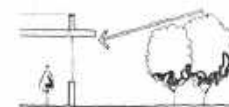
Para optimizar el uso de la iluminación natural en los espacios localizarlos hacia el Sur. En las fachadas norte, los vanos proveen niveles de iluminación uniforme todo el año, pero con la desventaja de tener grandes pérdidas térmicas



La iluminación cenital proporciona la iluminación más uniforme, usar vidrios o acrílicos difusores para evitar el paso directo de la radiación solar. No considerarlos en áreas de uso nocturno para evitar pérdidas de calor. En los techos de todas las habitaciones se deben proyectar tragaluz que permiten el uso de la luz natural permitiendo así una importante reducción en el uso de energía eléctrica además de tener un mejor y más saludable alumbrado. Por otro lado también se puede gozar, desde cualquiera de estas habitaciones, del cielo estrellado de las noches.

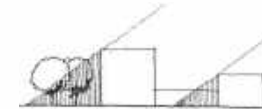


Procurar utilizar la iluminación natural para todos los locales (excepto áreas especiales). Los niveles de iluminación aceptables se dan aproximadamente hasta una distancia hacia el interior de dos veces la altura libre de la ventana.



Para iluminar espacios profundos aumentar dimensiones de ventanas o instalar sistemas que reflejen la luz solar hacia el plafón (arriba de la visual del usuario).

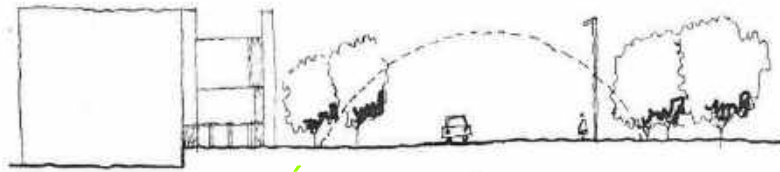
No obstruir con vegetación las ventanas que aprovechen la iluminación natural.



La separación óptima entre dos edificios es de 1.2 veces la altura del edificio sur (garantizando un buen asoleamiento en invierno). La separación mínima recomendable es de 1 vez la altura del edificio.



## ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y SISTEMAS PASIVOS APLICABLES AL PROYECTO



### ACÚSTICA. BARRERAS VEGETALES Y ARQUITECTÓNICAS

Mediante la utilización de barreras vegetales y arquitectónicas controlar los niveles excesivos de ruido según los requerimientos del espacio. En realidad al tratarse de una zona rural es poco probable la existencia de ruidos molestos como los de tráfico en las calles, etc., sin embargo, lograr aislar las zonas con mayores requerimientos acústicos del resto de espacios de actividad (patios, plazas) para lograr niveles adecuados y un confort acústico y psicológico de sus usuarios.

### SELECCIÓN DE MATERIALES ADECUADOS

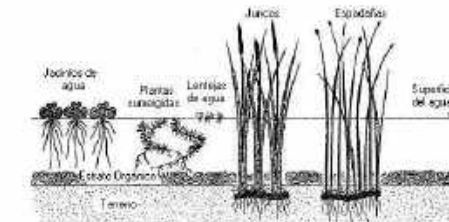
El tipo de materiales seleccionados en cada espacio debe fundamentarse en su comportamiento acústico sin dejar de lado factores para la óptima iluminación así como comportamientos térmicos. Cada espacio tendrá sus propios requerimientos de aislamiento acústico, y por lo tanto, la selección debe estar basada en la actividad que ahí se desarrolle.

### GEOMETRÍA DE LOS ESPACIOS

El comportamiento acústico depende de la geometría de los espacios. Estudiar las dimensiones y formas adecuadas para el correcto funcionamiento de los espacios interiores, ya que, en buena medida, el éxito de una correcta audición en los espacios educativos de transmisión del conocimiento es el estudio y comprensión de las reflexiones y las absorciones de las ondas

### -HUMIDIFICACIÓN. PROMOVER SISTEMAS EVAPORATIVOS

Este tipo de estrategia y sistemas serán útiles durante las horas de mayores temperaturas durante el año (a partir de las 11:00 hasta las 19:00 hrs) para reducir la sensación de calor y humidificar el viento que ingrese dentro de los espacios.



### TRATAMIENTO DE AGUA

Los humedales son áreas que se encuentran saturadas por aguas superficiales o subterráneas con una frecuencia y duración tales, que sean suficientes para mantener condiciones saturadas. Suelen tener aguas con profundidades inferiores a 60 cm con plantas emergentes como espadañas, carrizos y juncos. La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la absorción de los constituyentes del agua residual, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de luz solar.

Los humedales tienen tres funciones básicas que los hacen tener un atractivo potencial para el tratamiento de aguas residuales, son estas:

- Fijar físicamente los contaminantes en la superficie del suelo y la materia orgánica.
- Utilizar y transformar los elementos por intermedio de los microorganismos.
- Lograr niveles de tratamiento consistentes con un bajo consumo de energía y bajo mantenimiento.

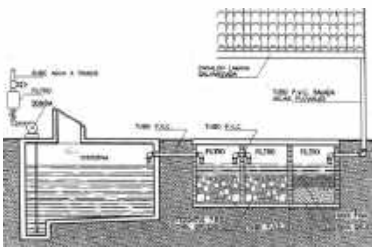
En cuanto al rendimiento de los humedales, se puede decir que pueden tratar con eficiencia niveles altos de DBO, SS y nitrógeno (rendimientos superiores al 80%), así como niveles significativos de metales, trazas orgánicas y patógenos. No ocurre lo mismo con la eliminación de fósforo que es mínima en estos sistemas.

Aunque los humedales son principalmente sistemas de tratamiento, proporcionan beneficios intangibles aumentando la estética del sitio y reforzando el paisaje. Visualmente, los humedales son ambientes extraordinariamente ricos. Introduciendo el elemento agua al paisaje, el humedal construido, tanto como el natural, agrega diversidad al paisaje. Pueden construirse humedales artificiales siguiendo las formas que tienen los contornos naturales del sitio, hasta el punto de que algunos humedales para el tratamiento de agua son indistinguibles, a simple vista, de los humedales naturales.





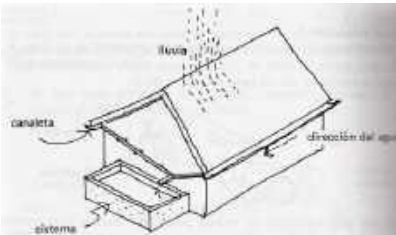
# ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y SISTEMAS PASIVOS APLICABLES AL PROYECTO



## CAPTACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA

Mediante la captación pluvial en techos, se puede obtener un caudal extra que, previo almacenado y sencillo tratamiento y filtración, servirá para riego y no para usos potables. El sistema de captación pluvial consta de un techo captador de la lluvia, el cual escurre el agua a un canalón colocado en la parte inferior del techo, conectado a un tubo de pvc que vierte el líquido en un sistema de filtros construido en la obra para depositarla ya filtrada en la cisterna de almacenamiento. El agua pluvial aún cuando se filtre con ese sistema no es apta para uso y consumo humano, para poder consumirla deberá de hervirse durante 15 minutos y guardarse en un recipiente tapado en un lugar fresco y seco.

Esta forma de obtener agua para usos como riego y lavado de pisos, ventanas, pavimentos y baños es factible en la localidad de estudio, ya que anualmente se obtendrán 1118.3 mm de precipitación. El cálculo de las dimensiones de la cisterna para el almacenamiento de agua pluvial deberá responder a esta cifra considerando un porcentaje de pérdida por evaporación.



## ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA

Los aljibes se llevan utilizando desde hace mucho tiempo, en la antigüedad eran sistemas de recogida y almacenamiento de agua de escorrentías procedentes de áreas lo más impermeables posible tales como laderas rocosas, caminos, superficies acostradas o incluso pequeñas micro cuencas (vaguadas o barrancos). Un aljibe en definitiva es un depósito de agua que se usa para fines tan diversos como el almacenamiento de agua potable, agua para riego, agua para el sistema contra-incendios, etc. El depósito de agua deberá estar lo más próximo a las zonas de uso (baños y viviendas) y lo más alejada de áreas de contaminación como letrinas, establos, aguas negras. Deberá cubrirse para protección de polvos o insectos. El sistema de almacenamiento consiste de:

- Espacio de almacenamiento
- Filtro de grava y arena
- Tanque de sedimentación, el cual debe limpiarse de vez en cuando para sacar el lodo del fondo.

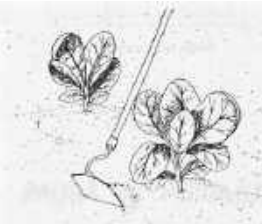
Los muros pueden construirse de piedras, ladrillos o bloques de cemento.

## REINFILTRACIÓN PLUVIAL

La infiltración pluvial es un proceso natural en terrenos permeables, sin embargo, en el caso de que las lluvias llegaran a rebasar la permeabilidad del terreno, se conducirán a una batería de filtros antes de verterlas en un pozo de infiltración pluvial, que las depositará en el acuífero subterráneo

## RIEGO CON AGUA PLUVIAL TRATADA

El riego complementario de las hortalizas, frutales y jardines fuera de la época de lluvias, apoyará las zonas donde los efluentes de los tanques de tratamiento no satisfagan las necesidades de agua de los cultivos.



## PRODUCCIÓN ALIMENTARIA

Las hortalizas son una gran fuente de vitaminas y minerales que sirven para mejorar la alimentación. Una de las ventajas de las hortalizas que se cosechan en los huertos domésticos es que son limpias, no contaminadas con aguas negras ni con pesticidas. Una de las filosofías con la que se proyecta la escuela rural en el sitio de estudio es la capacitación de la población para auto generación de recursos y alimentos. Se considera entonces, la educación en producción de hortalizas para su consumo, optimización de la tierra y una forma de generar un sustento económico. Para esto, se debe conocer las características de diferentes hortalizas según el sitio en donde se localice el huerto. Para el caso en particular de El Pinalito, en Ario de Rosales, Michoacán, las hortalizas producidas serán: Acelga, cebollas, col, chile, chícharos, lechuga, papa, zanahoria y espinaca, por ser hortalizas que no requieren temperaturas controladas, al resistir heladas ligeras. Se puede considerar un espacio de invernadero para producir jitomates y apio. Debe considerarse para la hortaliza en el sitio de estudio el mejoramiento del suelo existente con la composta producida, ya que el suelo es arcilloso y no es de buena calidad para cultivos de este tipo.



## PRODUCCIÓN DE COMPOSTA

Cuando no existe una buena calidad del suelo, que es el caso del sitio de estudio, que está compuesto mayormente por arcillas, se requiere mejorar la calidad del mismo, aumentando la proporción de humus materia orgánica en estado de descomposición. La mejora del suelo es la absorción y retención de humedad; proveer de nitrógeno, fósforo y potasio, junto con otros micronutrientes, indispensables para las plantas. Para lograr lo anterior existen los siguientes abonos:

- composta
- abono verde
- capa protectora
- afluente de digestores anaerobios.

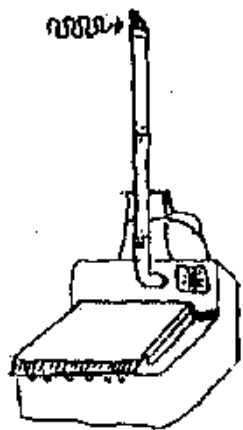
La composta es uno de los mejores fertilizantes para el huerto y relativamente fácil de hacer. Contiene nitrógeno, fósforo y potasio, que son los tres micronutrientes que refuerzan a las plantas. Contiene también muchos minerales cinc, cobre, magnesio y selenio- los cuales son indispensables (en pequeñas cantidades ) para la fertilidad de la tierra e inclusive para la salud del hombre. Lo más importante sin embargo, es que contiene humus. La tierra rica en humus es sumamente suave y fácil de trabajar, se mantiene húmeda por más tiempo y se necesita menor cantidad de agua de riego o de lluvia. La composta se hace de materia orgánica de origen vegetal y animal como: hojas de árbol, hierba, paja, desperdicios de hortaliza, vaina de frijol, ceniza, desperdicios de las cocinas, estiércol de ganado, etc.

En el proyecto de la escuela rural se desechará una buena cantidad de materia orgánica, por lo que se ha destinado una superficie en donde poner botes composteros y a medida que se vayan llenando y esté lista (en promedio 6 meses) utilizar la composta para mejorar la calidad de la tierra y como abono para las plantas.





ANÁLISIS DE LAS ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y SISTEMAS PASIVOS APLICABLES AL PROYECTO



sDESECHOS ORGÁNICOS  
SANITARIOS ECOLÓGICOS (SIRDO)

Contiene una cámara de procesamiento inclinada de norte a sur, con un filtro alcalino en la parte inferior; un colector solar como cubierta al sur y un excusado en la parte superior ubicada al norte. Tiene un aditamento para permitir la circulación de aire al interior del sistema, forzando la entrada de aire caliente del sur y extrayéndolo al norte con ventilas de hojalata, pintadas de negro mate. Su operación se inicia colocando una capa de "tierra madre" de 20 cms en el fondo donde se "cura" la bacteria que es parte integral del sistema. La materia fecal que cae sobre la tierra madre es procesada por la bacteria en 2 fases: la de llenado que se lleva a cabo en la parte superior (norte) y la de secado que se realiza con la ayuda del colector solar al sur .

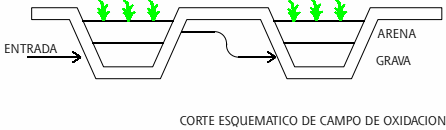
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



El tratamiento a nivel domiciliario obedece a los mismos principios que las grandes plantas depuradoras, sin embargo es posible mejorar la eficiencia en la relación costo x m3 de agua tratada, si se observan algunos principios básicos tales como la separación de las aguas grises y negras, el consumo racional y limitado de detergentes y la exclusión de productos químicos agresivos en la limpieza cotidiana.

Es claro que la complejidad de un sistema apropiado de tratamiento a nivel casero está en relación directa con la cultura de consumo.

Las aguas grises son: todas aquellas que son usadas para nuestra higiene corporal o de la casa y sus utensilios. Básicamente son aguas con jabón, algunos residuos grasos de la cocina y detergentes biodegradables. Es importante señalar que las aguas grises pueden transformarse en aguas negras si son retenidas sin oxigenar en un tiempo corto. El tratamiento es sencillo si se cuenta con el espacio verde suficiente, aprovechando la capacidad de oxigenación y asimilación de las plantas del jardín o el huerto mediante un sistema de "drenaje de enramado".



En caso de no contar con el espacio suficiente, las aguas grises deben ser sometidas a un tratamiento previo que reduzca el contenido de grasas y de materia orgánica en suspensión, para posteriormente ser mezcladas con las aguas negras y pasar a un tren de tratamiento.

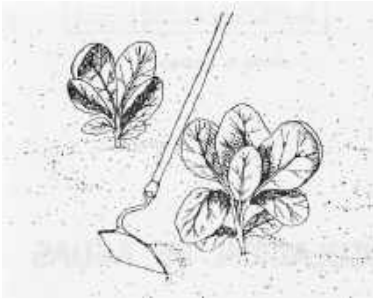
Es importante comprender que el sistema de tratamiento más adecuado debe ser el que considere las condiciones específicas del medio ambiente e incluso de las culturales. La instalación de los sistemas de tratamiento no solo debe contemplar eficacia en si de la depuración, sino también debe analizar la relación de los elementos circundantes, las necesidades particulares, el costo, el mantenimiento, el rehúso, y la utilización o disposición de los sub. productos de la depuración.

CAMAS BIODINÁMICAS

Los cultivos tradicionales pueden no ser tan eficientes como comúnmente se piensa. La disposición de grandes superficies de tierra suponen además una fuerte degradación del suelo. Así mismo, el uso de una gran infraestructura de maquinaria, equipos y horas-hombre hacen que estos sistemas de producción no sean los ideales para constituir el sustento de miles de familias de escasos recursos en nuestro país.

Una de las mejores alternativas de producción alimentaria son las camas biodinámicas, al ser pequeñas extensiones de tierra con una gran producción de plantas, hortalizas y frutales que pueden nutrir, con pocos metros cuadrados de tierra, a familias enteras.

- La base de las camas biodinámicas es tener:
- buena tierra- se logra mediante la combinación de composta, estiércol y tierra suave.
  - suficiente agua- se logra mediante sistemas de riego que no compacten la tierra
  - buenos nutrientes- rotación de especies cultivadas
  - buena cosecha



## SISTEMAS ACTIVOS APLICABLES AL PROYECTO



## SISTEMAS ACTIVOS APLICABLES AL PROYECTO

### ENERGÍA SOLAR TÉRMICA



A base de colectores solares para calentar el agua, obteniendo ahorros de hasta el 70% en el uso de gas. Estos sistemas requieren de poco mantenimiento y su inversión se amortiza en dos años. Por las condiciones de radiación de la localidad de estudio ( $672.6 \text{ W/m}^2$  anual) el uso de colectores solares para calentar el agua es factible, aunque requiere un sistema de apoyo para los meses con porcentajes mayores de días nublados (junio a septiembre). Este sistema de apoyo puede ser biogas, producido por un biodigestor cuyo funcionamiento se explicará más adelante.

Los colectores solares planos son sistemas de captación energética en los que la energía solar incidente tiene que atravesar una o varias capas normalmente de vidrio o algún otro material transparente adecuado, antes de alcanzar la placa de absorción negra, que es el elemento más importante del colector solar, al cual está unido el tubo por donde circula en fluido térmico portador del calor. En la placa absorbidora es donde la energía radiante es convertida en calor. Este calor, posteriormente es transferido por conducción hacia el fluido de trabajo, que es el que finalmente remueve la energía térmica del colector y la transfiere al tanque de almacenamiento térmico. El vidrio o su sustituto, además de permitir el paso de la radiación solar hasta la placa de absorción, sirve también para minimizar las pérdidas de calor por radiación y convección hacia el medio ambiente por la parte superior del colector, realizando pues un importante doble trabajo.



Unidad termosifónica para uso doméstico con colector metálico

Generalmente un sistema de energía solar térmica está constituido por varios subsistemas:

- a) El sistema de captación del calor.- Los paneles o calentadores solares propiamente.
- b) El sistema de acumulación del calor.- Un depósito para acumular el agua caliente generada.
- c) El sistema hidráulico.- Bombas y tuberías por donde circula el fluido de trabajo.
- d) El sistema de intercambio.- En caso de que el fluido que circula por los paneles solares no sea el mismo que el que utiliza el usuario en su aprovechamiento; por ejemplo cuando existe riesgo de heladas o el fluido del usuario puede dañar la instalación solar.
- e) El sistema de control.- Que en los sistemas de circulación forzada con bombas se encargará de ponerlas en marcha y pararlas.
- f) El sistema de energía auxiliar.- Hay ocasiones que la viabilidad económica de la instalación solar exige que no se pueda satisfacer la demanda energética en todo momento, máxime cuando la energía producida por la instalación depende de las condiciones climatológicas, es por esto que en ocasiones se dispone en la misma instalación de un sistema de producción de energía auxiliar, electrogeneradores, generadores eólicos, etc.

Con este tipo de sistemas para calentamiento de agua se puede también calentar aire e introducirlo mediante un sistema de ventilación al interior de los espacios que requieran un calentamiento extra al proporcionado por sistemas pasivos convencionales. Así mismo, se puede plantear un proyecto en donde el agua caliente circule a través de muros o pisos, generando elementos radiantes, si las condiciones climáticas lo requieren. Sin embargo, se considera que no es el caso del sitio de estudio, ya que a pesar de las bajas temperaturas del periodo nocturno a lo largo de todo el año, la sensación de calentamiento al interior de los espacios se puede lograr mediante sistemas pasivos. Aún así, puede considerarse este sistema para calentar espacios como el establo de las cabras, ya que cabe la posibilidad de que se encuentre lejos de elementos arquitectónicos que le proporcionen un abrigo contra los vientos, así que puede ser una solución eficiente para aumentar la temperatura interior y disminuir la humedad relativa, que es alta en el periodo nocturno.

### ELECTRICIDAD SOLAR FOTOVOLTAICA



En primer lugar, para generar electricidad solar fotovoltaica se necesita un generador fotovoltaico, es decir un conjunto de módulos conectados entre ellos junto con el cableado, y (en su caso) los soportes de la instalación. En segundo lugar, para transformar la electricidad (corriente continua) producida por un generador solar fotovoltaico en electricidad con las mismas características que la de la red convencional (corriente alterna a 220 voltios y frecuencia de 50 Hz) se necesita un inversor. Existen diferentes tipos de inversores, pero se considera recomendable escogerlo en función del tamaño de la instalación que se ha realizado o se pretende realizar. El inversor se instala entre el generador fotovoltaico y el punto de conexión a la red. En el mercado también se encuentran inversores incorporados a los módulos fotovoltaicos, formando un único sistema compacto que se puede conectar directamente a las cargas (es decir, conectándolos a cualquier enchufe inyectan corriente en él).

La electricidad generada por el sistema fotovoltaico depende fundamentalmente del tipo y cantidad de módulos instalados, de su orientación e inclinación, y de la radiación solar que les llegue, así como del rendimiento de la instalación. La potencia nominal (en vatios pico o kilovatios pico) de los módulos nos indica la energía que producirán al mediodía de un día soleado, más o menos. En esas condiciones, un módulo de 40 Wp de potencia nominal produciría 40 Wh (vatios-hora) de energía si durante una hora recibe esa radiación máxima; el resto del día, en que la radiación es menor, la potencia real (y por tanto la energía producida) será menor.

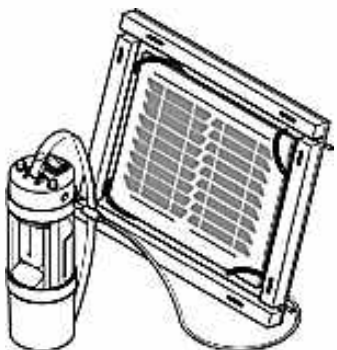
Los módulos fotovoltaicos se pueden instalar en terrazas, tejados y patios; pero también en las fachadas: en las ventanas, en los balcones, en las paredes y en las cornisas. Un aspecto fundamental en la localización de los módulos es asegurar que no existen obstáculos que les puedan dar sombra, al menos durante las horas centrales del día (vegetación, nieve, otros edificios, elementos constructivos, otros módulos, etc.) En nuestras latitudes, la orientación óptima de los módulos fotovoltaicos es hacia el sur.

El peso de los módulos puede variar en función del tipo que se utiliza, pero en general se deben considerar unos  $15 \text{ kg/m}^2$ ; en su caso, la estructura de soporte de los módulos podría pesar otros  $10 \text{ kg/m}^2$ . Los efectos del viento podrían suponer en algunos casos una carga adicional. Los módulos fotovoltaicos generan electricidad durante todo el año, mientras llegue radiación solar. Normalmente en verano es cuando más electricidad generan, debido a la mayor duración del tiempo soleado, aunque la inclinación de los módulos también es importante. En los días nublados también se genera electricidad, aunque el rendimiento energético se reduce proporcionalmente a la reducción de la intensidad de la radiación. Incluso existen células fotovoltaicas diseñadas para funcionar en el interior de edificios (como las que incorporan algunas calculadoras y distintos aparatos), optimizadas para intensidades más bajas. Los sistemas fotovoltaicos generan electricidad a partir de la intensidad de la radiación solar, no del calor. Por lo tanto, el frío no representa ningún problema para el aprovechamiento fotovoltaico. De hecho, como la mayoría de los dispositivos electrónicos, los generadores fotovoltaicos funcionan más eficientemente a más bajas temperaturas (dentro de unos límites).





SISTEMAS ACTIVOS APLICABLES AL PROYECTO



LÁMPARAS SOLARES AUTOSUFICIENTES

Para el alumbrado público, permiten iluminar durante la noche, utilizando la energía solar almacenada en una batería automotriz durante las horas del sol. Genera electricidad utilizando celdas fotovoltaicas. Permiten eliminar las excavaciones, conducciones y cableados, así como la dependencia de la energía comercial. Además evitamos la combustión de grandes cantidades de combustibles fosiles .Cada lámpara solar ahorra aprox. 35 litros de petróleo por año.

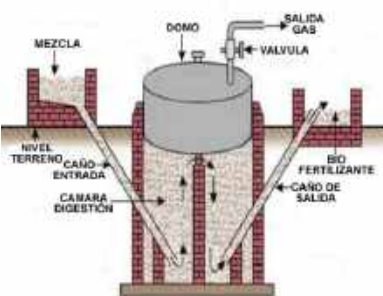
En todo el mundo casi la mitad de hogares no tienen corriente eléctrica. El único camino aceptable para abastecer a esa gente con luz es actualmente el uso de lámparas solares. En el concepto de lámparas solares se aprovecha la energía solar y cumpliendo las exigencias de trabajo o económico. Si comparamos la lámpara solar con una lámpara de petróleo, se nota un rendimiento de luz casi por un tercio.



Una mini-lámpara, así como la del tipo SOLUX, es diseñada a proveer suficiente luz para iluminar una habitación. La lámpara es portátil y muy económica para utilizar. Dependiente del precio del petróleo, una lámpara solar se puede amortiguar dentro de un año, dado lo que se ahorra en el combustible. Un panel fotovoltaico de una lámpara SOLUX (normalmente ubicado en el techo de la construcción) puede acumular suficiente energía eléctrica durante el día, para dar hasta 6 horas de luz durante la noche. La intensidad de la luz proporcionada por la mini-lámpara SOLUX es alrededor de 80 lúmenes, tres veces más que una lámpara de petróleo.

En los exteriores se colocarán lámparas de jardín solares. Éstas se cargan durante el día y por las noches, automáticamente se encienden y proporcionan luz durante un lapso de 4 a 5 horas aproximadamente, alumbrando los caminos y veredas.

PRODUCCIÓN DE BIOGAS



El uso de biodigestores constituye una alternativa al uso de las mal llamadas basuras, mediante la utilización de tecnología apropiada, ofreciendo un modelo ecológico adaptado a las condiciones de un muy alto porcentaje de los Municipios del país y que cuentan con escasos recursos para solucionar sus necesidades de alimentación, servicios públicos y aseo. Su uso pues es un alternativa para evitar la contaminación de suelos y corrientes de agua. Por otro lado se evita la expulsión al aire del gas Metano, considerado el principal componente de los gases de efecto invernadero.

Para el proyecto de la escuela rural deberá relacionarse este sistema con los sanitarios, que serán letrinas secas para el ahorro de agua, la producción de estiércol en los establos, la basura orgánica producto de las cocinas de las viviendas, la cooperativa y la quesería.

BIODIGESTOR

Aparato que facilita el crecimiento y la proliferación de un grupo de bacterias anaerobias metanogénicas, que descomponen y tratan los residuos dejando como resultado final, un gas combustible conocido como Biogas o gas Metano (CH4) y Dióxido de Carbono (CO2), además de un efluente líquido alcalino rico en nutrientes y materia orgánica estabilizada. El biogas o gas metano, que resulta menos peligroso que el Propano utilizado en las ciudades, se produce en un biodigestor, aprovechando el estiércol de las vacas, cerdos, cabras, conejos, gallinas, caballos y burros, con lo cual se evita el empleo de la leña y, desde luego, la destrucción de los árboles.

BIODIGESTOR (continuación)

El biodigestor es un depósito completamente cerrado, donde el estiércol de los animales se fermenta sin aire para producir gas metano y un sobrante, o líquido espeso, que sirve como abono y como alimento para peces y patos. Para producir gas en una granja debe tener por lo menos el estiércol de una vaca adulta o de un caballo o de un mular o de dos burros que permanezcan encerrados por lo menos doce horas diarias en una pesebrera, o diez ovejas o cabras o cerdos en levante o tres cerdas de cría encorraladas, quince conejas o cualquier revoltura de animales que le produzcan diez kilogramos diarios de estiércol fresco.

Un biodigestor se compone de las siguientes partes:

- \* La fosa.
- \* Bolsa o campana.
- \* Salida del Biogas.
- \* Válvula de seguridad.
- \* Tubos conductores del gas.
- \* Quemador del fogón.

Se debe establecer un sitio cercano a la porqueriza o establo, para llevar hasta el biodigestor, por un canal, el estiércol disuelto en el agua de lavado. Los residuos sólidos orgánicos, sean de origen urbano o rural al ser introducidos en el biodigestor son descompuestos por bacterias, en diferentes rangos térmicos, de modo que se completa un ciclo natural y las basuras orgánicas se convierten en abono orgánico.

Equipo	Consumo de biogás en m³/hora
Estufa de cocina	0.150 – 0.200
Fogón para cocinar alimentos de los alimentos o frutas	0.300
Lámpara de gas equivalente a una bombilla de 60 W	0.100
Calentadores para lechones o cría de levante	0.250
Calentadores para cría de pollos	0.150
Nevera de absorción de amoniaco	
Motor biogás – diesel por b.h.p	0.420
Producción de 1 kWh de corriente eléctrica con una mezcla biogás diesel	0.700

Fuente: Formulación de un programa de normalización para aplicaciones de energías alternativas. UPME. Marzo 2003

Generación de 1metro cúbico de biogás totalmente combustionado:

- 1.25 kw/h de electricidad
- 6 horas de luz equivalente a un bombillo de 60 watt
- funcionamiento de un refrigerador de 1 m3 de capacidad durante 1 hora
- funcionamiento de una incubadora de 1 m3 de capacidad durante 30 minutos
- funcionamiento de un motor de 1 HP durante 2 horas

Después de 30 a 35 días de iniciada la carga diaria de la bolsa o campana, puede esperar la producción de biogas, la cual puede llegar a 900 litros diarios. Con un consumo de 150 litros por hora, se logra que el biogas producido permita cocinar por lo menos 6 horas diarias.

USOS DEL LIQUIDO ESPESO O ABONO ORGÁNICO

- \* Sirve como abono para los cultivos o como alimento para los peces.
- \* Su uso mejora las suelos arenosos o arcillosos, que sean pobres en capa orgánica.



# DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO ESQUEMAS DE INTERRELACIONES



# DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO

## ESQUEMAS DE INTERRELACIONES

Los diferentes espacios que conforman el proyecto de Escuela Rural se han agrupado en tres áreas que son:

- Educación Formal, formada por aulas, Dirección, Sala de Maestros, Plaza cívica, patio y canchas;
- Educación Ambiental y Producción Alimentaria, formada por Talleres, Hortaliza, Establo, Sala de Ordeño y Quesería;
- y Servicios Generales, formados por sanitarios, cooperativa, bodega, cuarto de aseo y la zona en donde se encuentran los sistemas de captación y tratamiento de aguas grises y pluviales, sistemas solares y producción de energía.

Los espacios de estas tres áreas se relacionan entre sí dependiendo de las actividades que en estos se desarrollen y requerimientos especiales y de funcionamiento que tengan.

Existen varias maneras de agrupar áreas mediante sistemas radiales, lineales, dispersos, a través de un eje, etc. A continuación se muestran algunos ejemplos de organización basados en el Diagrama de Funcionamiento, que regirá las relaciones y conexiones entre cada uno de los espacios.

El elemento central es la Plaza Cívica , Patio y Canchas, ya que es un espacio donde confluyen actividades diversas llevadas a cabo en la Escuela Rural. Como elemento de unión, debe caracterizar al proyecto y darle jerarquía, para que se vuelva un espacio de identidad dentro del proyecto y eventualmente, caracterice también, a la comunidad en donde se localiza.

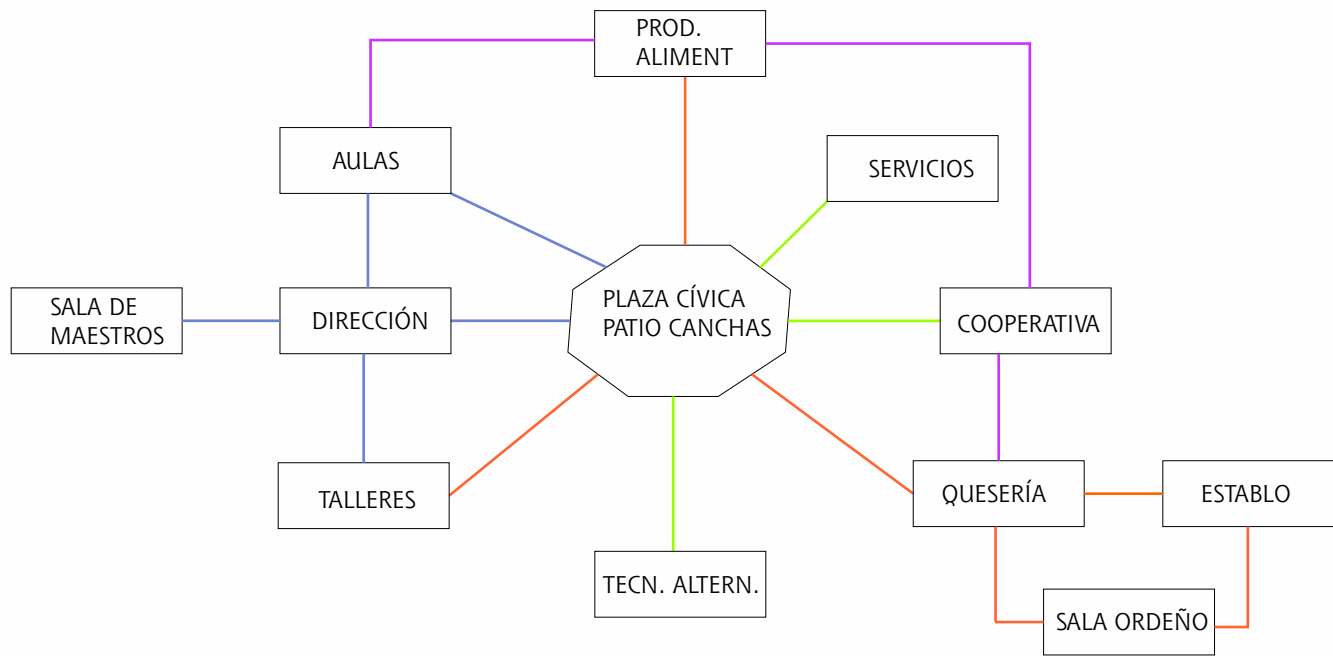
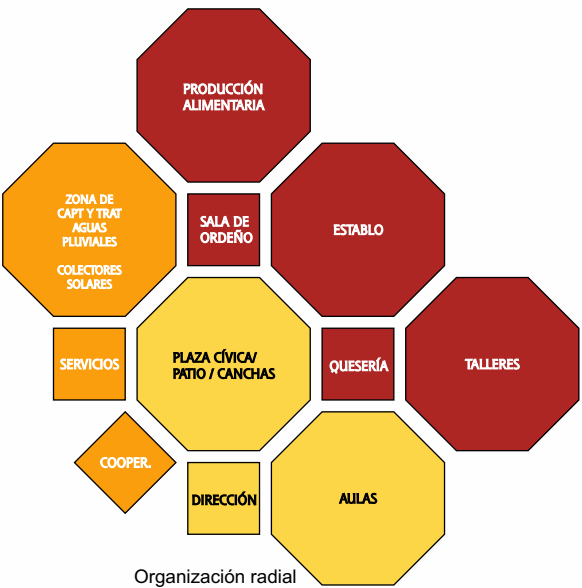


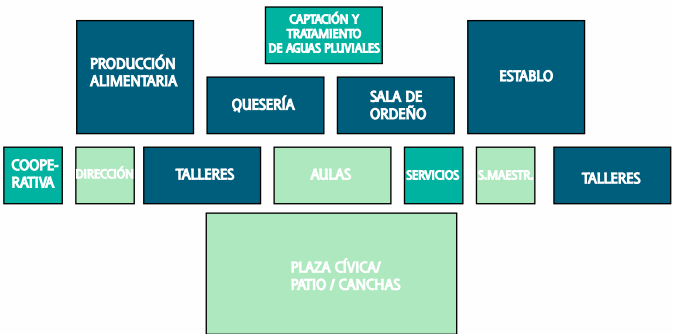
Diagrama General de Funcionamiento



Organización radial



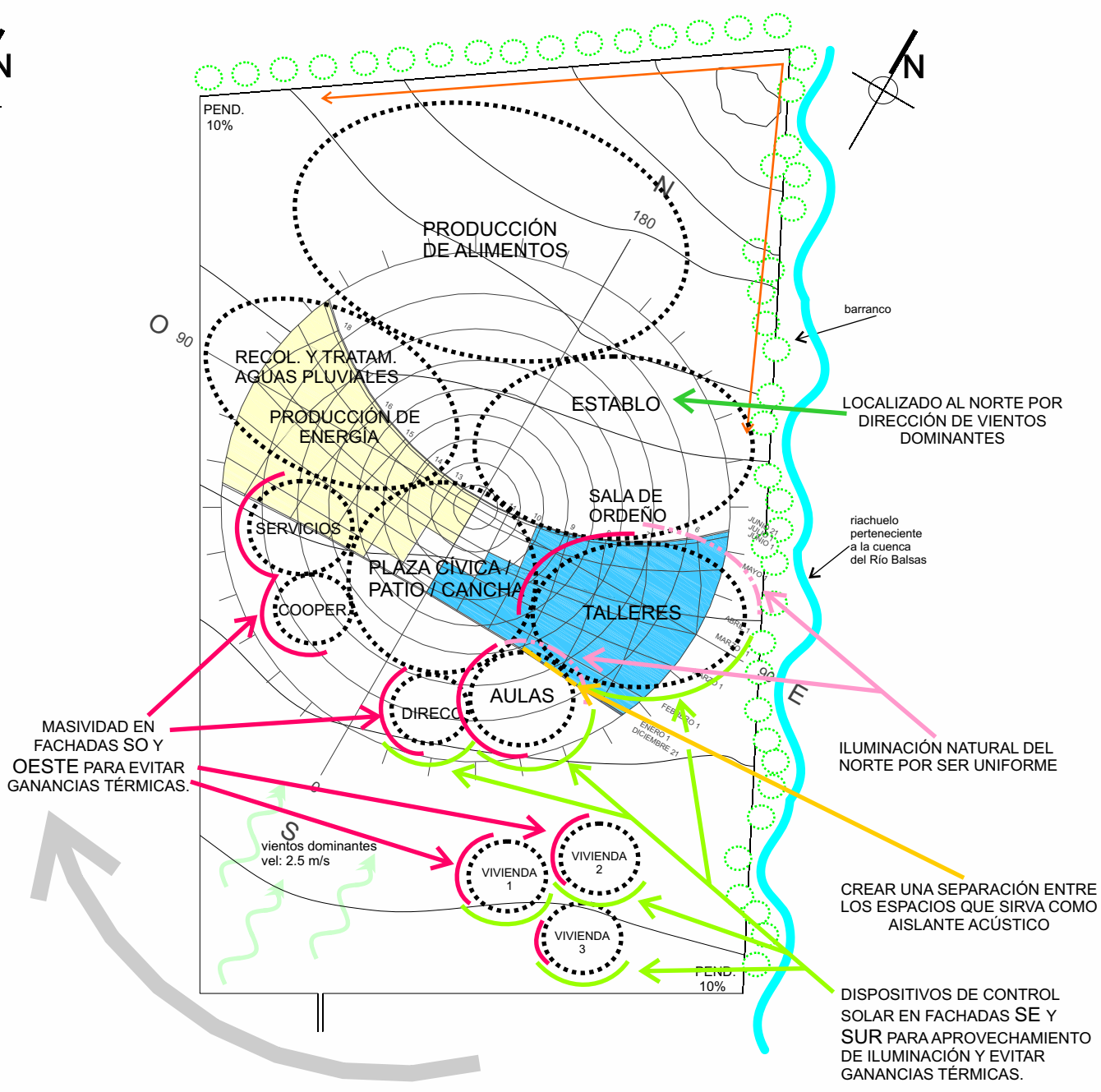
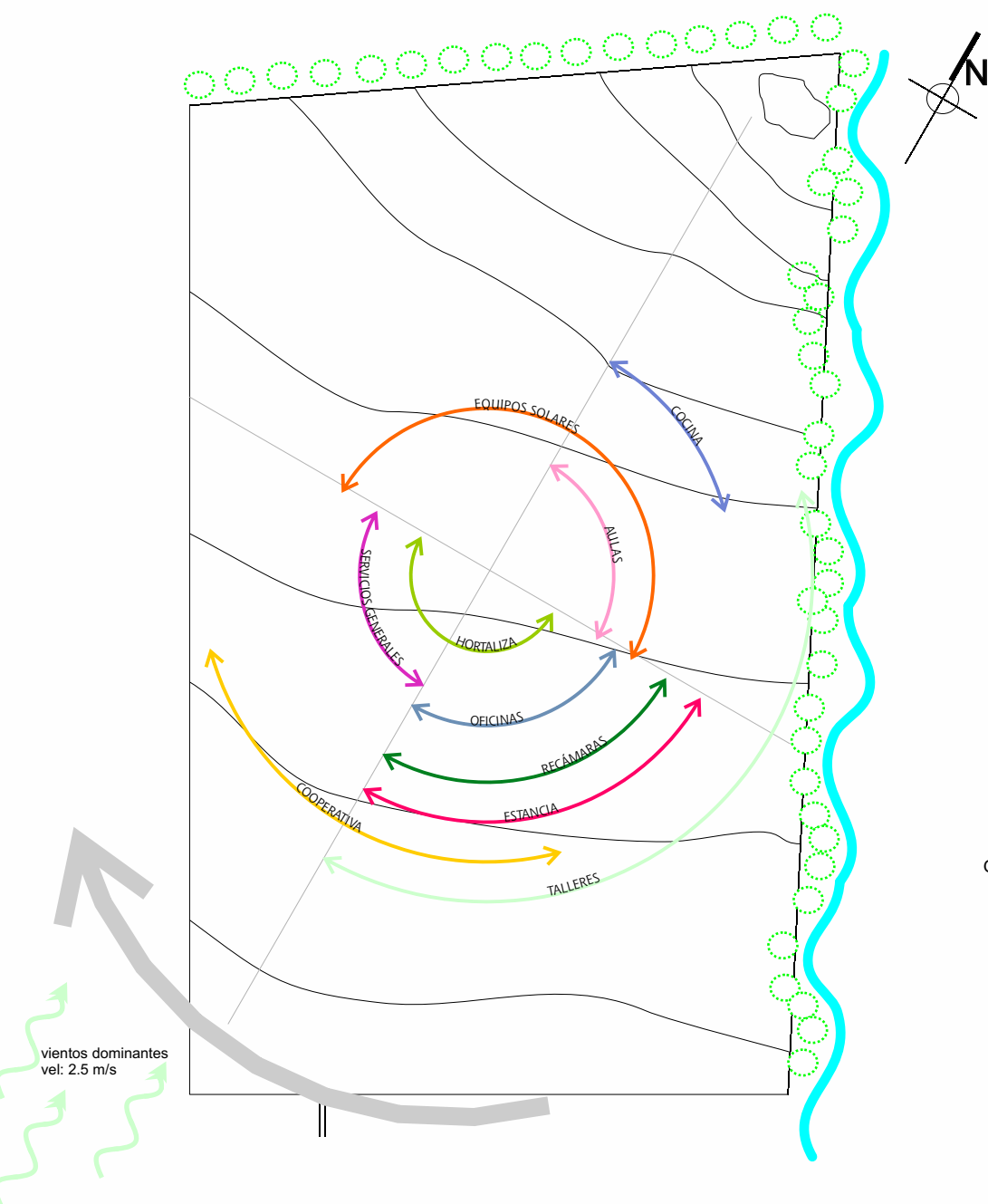
Organización radial



Organización lineal

Existen varias formas de organización del espacio en función de una jerarquía establecida de interconexión e interrelación de los espacios. Aquí se muestran algunos ejemplos modulados de organización radial y lineal, en donde los espacios se conectan entre sí por medio de un elemento distribuidor y común a todos demás que es la Plaza Cívica / Patio y Canchas, que si bien es un espacio compuesto, funciona para ligar actividades y funciones diversas como son: los espacios de educación formal (aulas, dirección, sala de maestros), educación ambiental y producción (hortaliza, establo, talleres, quesería) así como con los servicios generales de la escuela rural (bodega, sanitarios, cooperativa, sistemas de tratamiento del agua, producción de energía, etc.)

# ZONIFICACIÓN Y REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS



Habiendo establecido las relaciones y conexiones entre las diversas áreas y espacios que las conforman se analizan los elementos y características físicas del terreno, para establecer las estrategias de diseño Bioclimático para cada uno de los espacios así como conceptos de diseño que regirán los aspectos formales y funcionales de la escuela rural a proyectar.

Se proyectan los espacios de estar (aulas, talleres, oficinas) en una orientación NE, E, SE y S de acuerdo con la gráfica estereográfica que combinada con las temperaturas horarias, sirve como guía en cuanto a requerimientos térmicos por la mañana y evitar ganancias mediante dispositivos solares por la tarde. Así mismo, se establece la estrategia de masividad en todos los espacios en su fachada SO y O para evitar ganancias térmicas y mediante el retardo térmico de los materiales, garantizar una temperatura interior adecuada para realizar actividades.

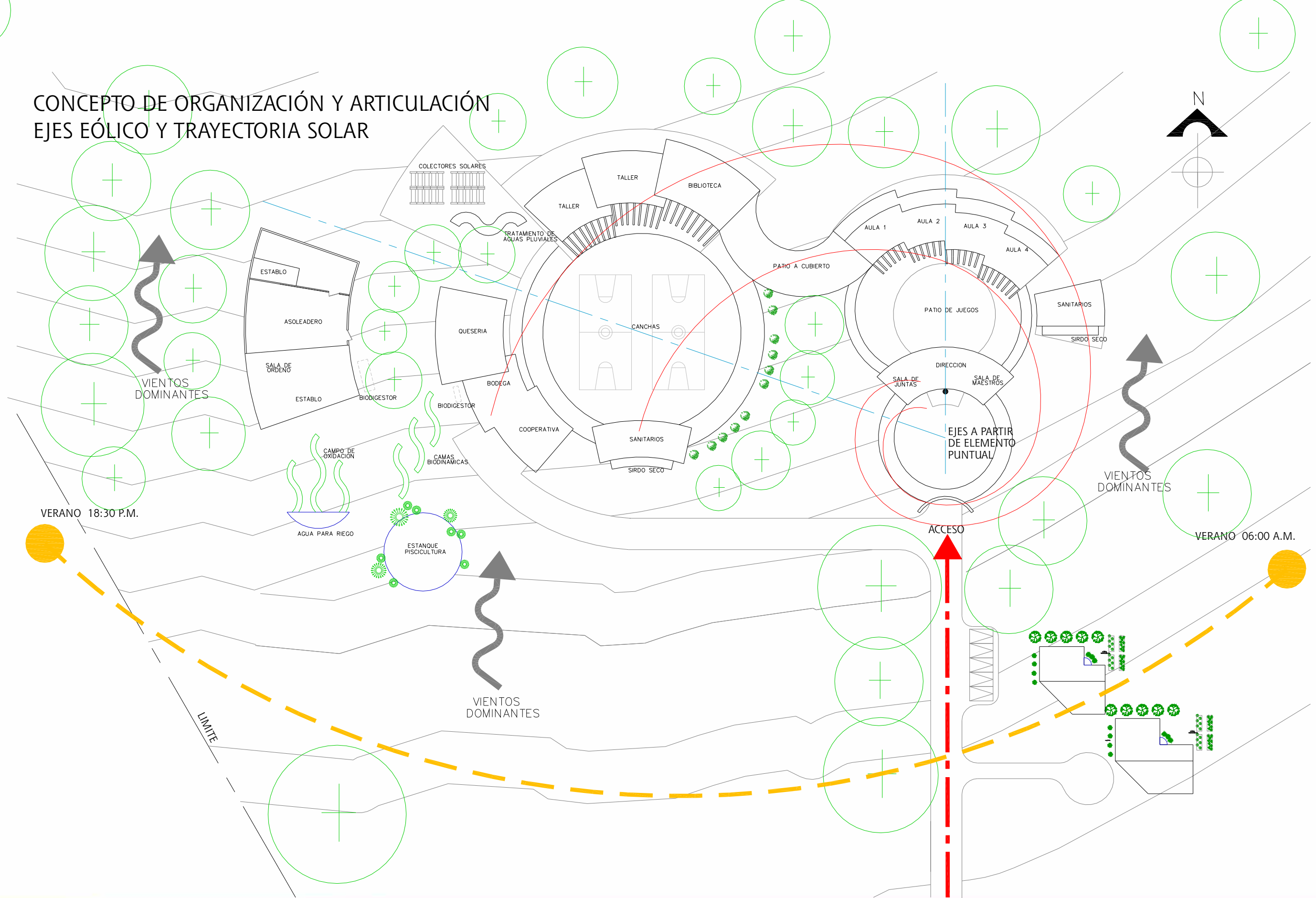


## DISEÑO DEL PROYECTO

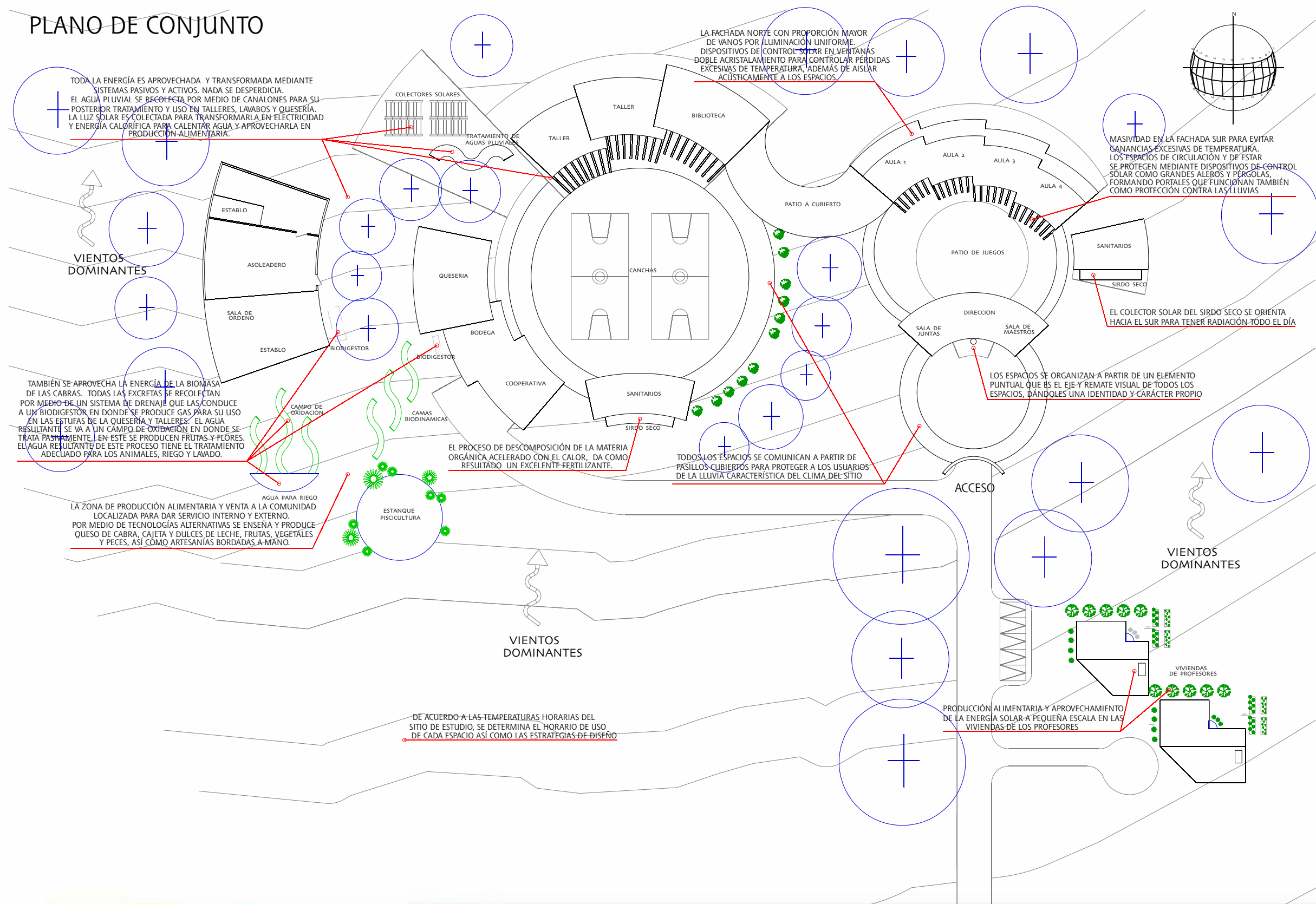




# CONCEPTO DE ORGANIZACIÓN Y ARTICULACIÓN EJES EÓLICO Y TRAYECTORIA SOLAR



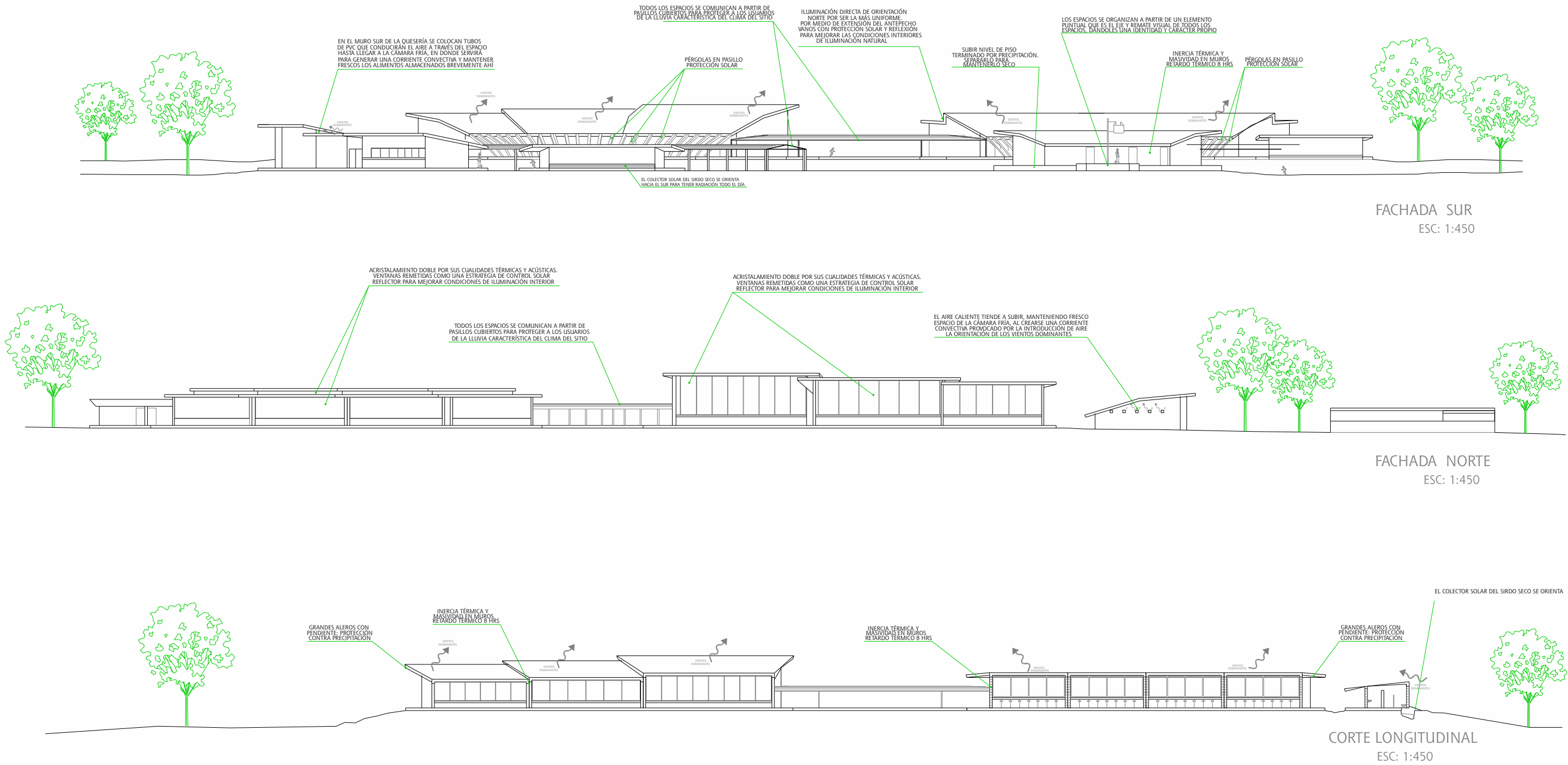
# PLANO DE CONJUNTO



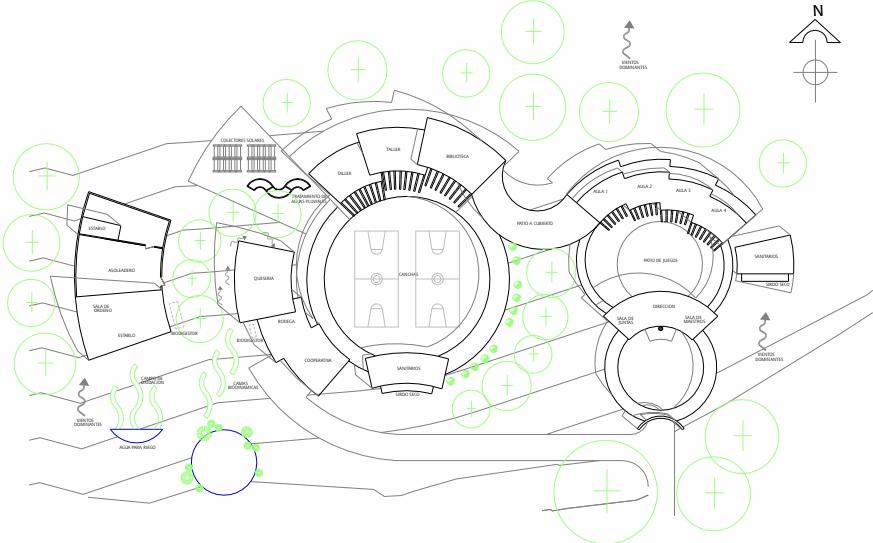




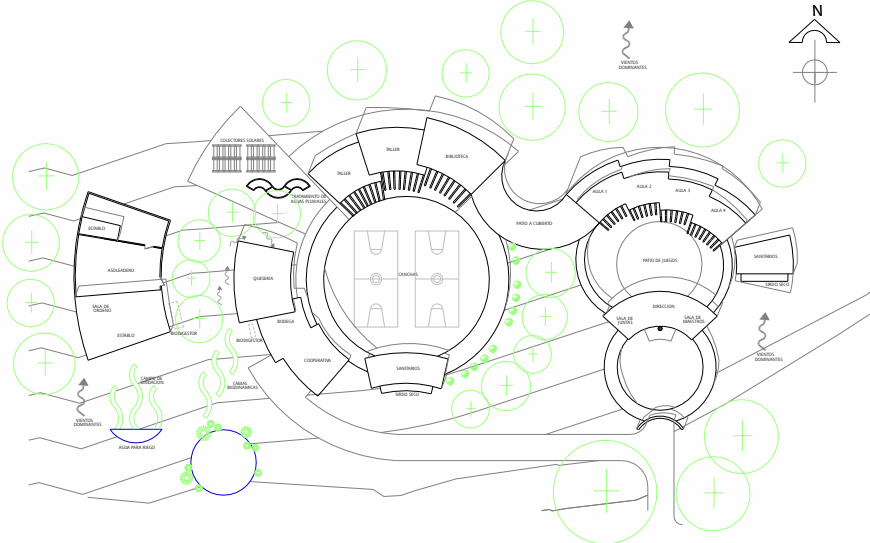
FACHADAS Y CORTE



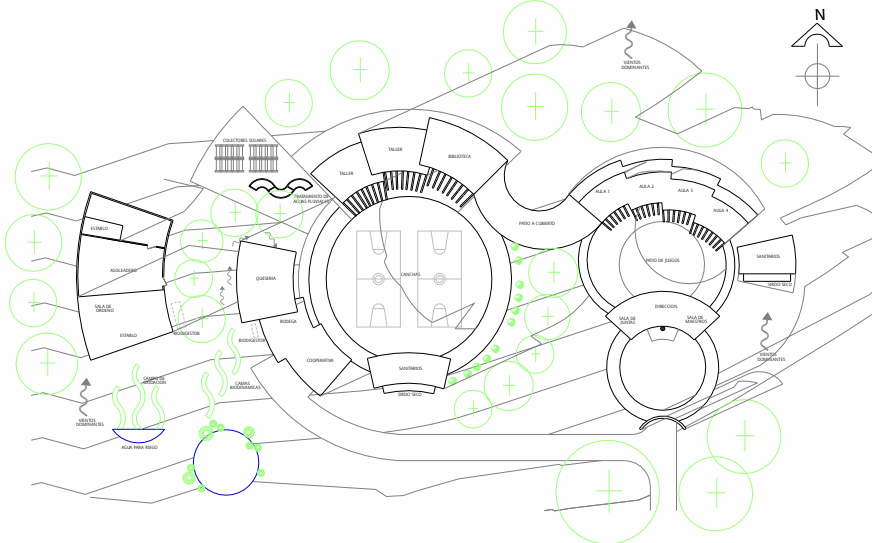
ESTUDIO DE SOMBRAS  
MESES CRÍTICOS: ENERO Y MAYO



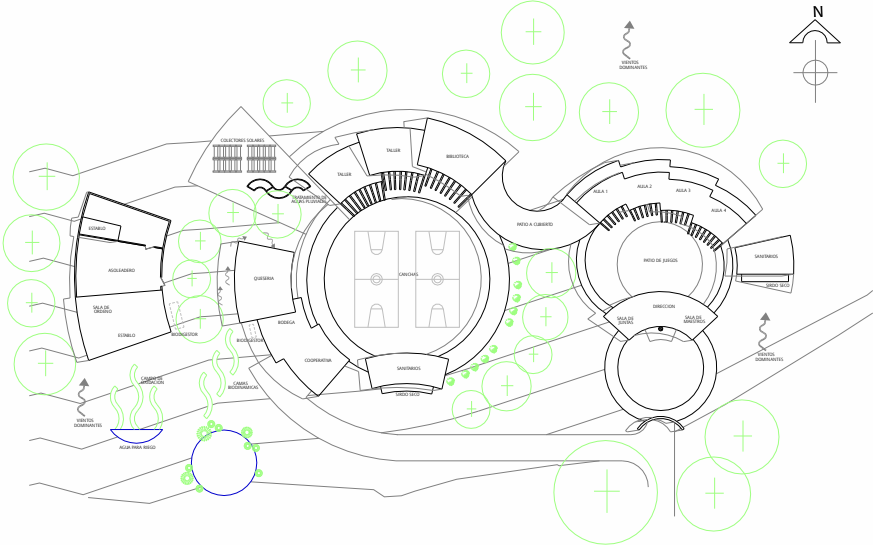
ENERO 09:00 hrs.



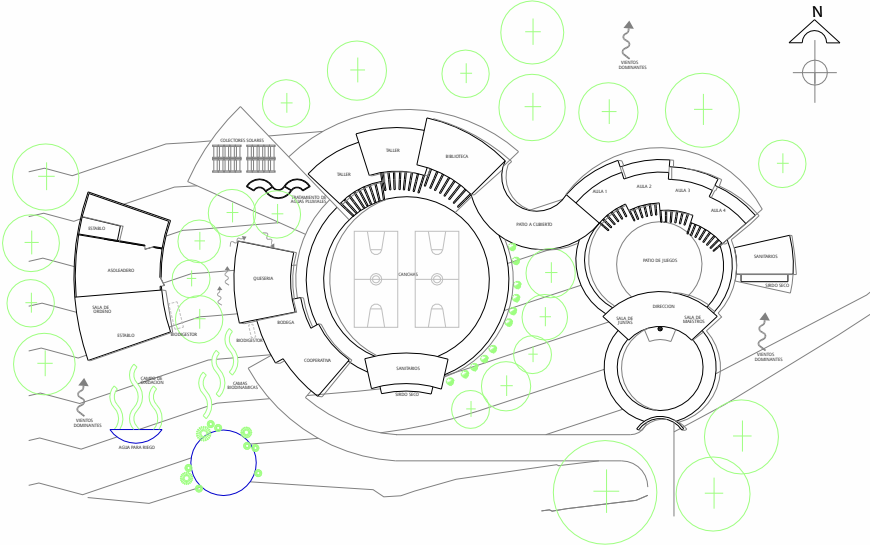
ENERO 13:00 hrs.



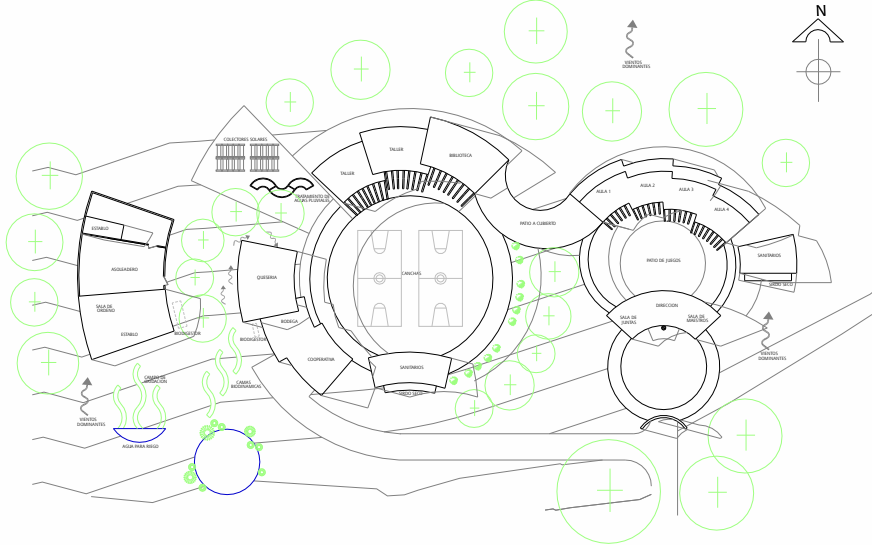
ENERO 17:00 hrs.



MAYO 09:00 hrs.



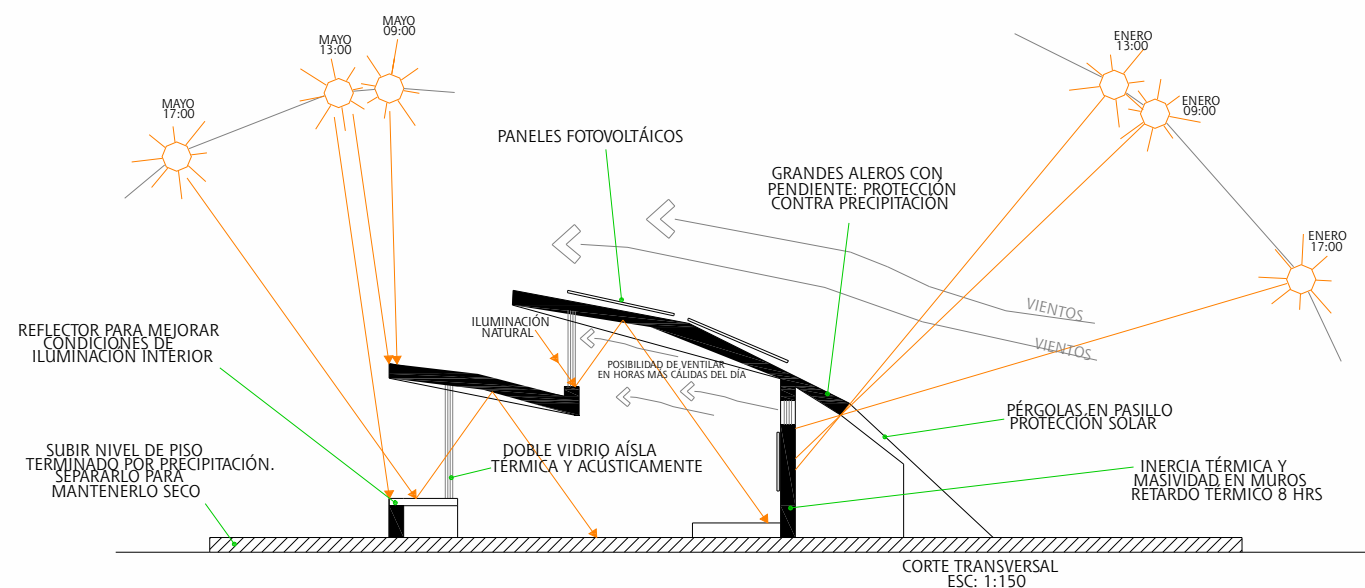
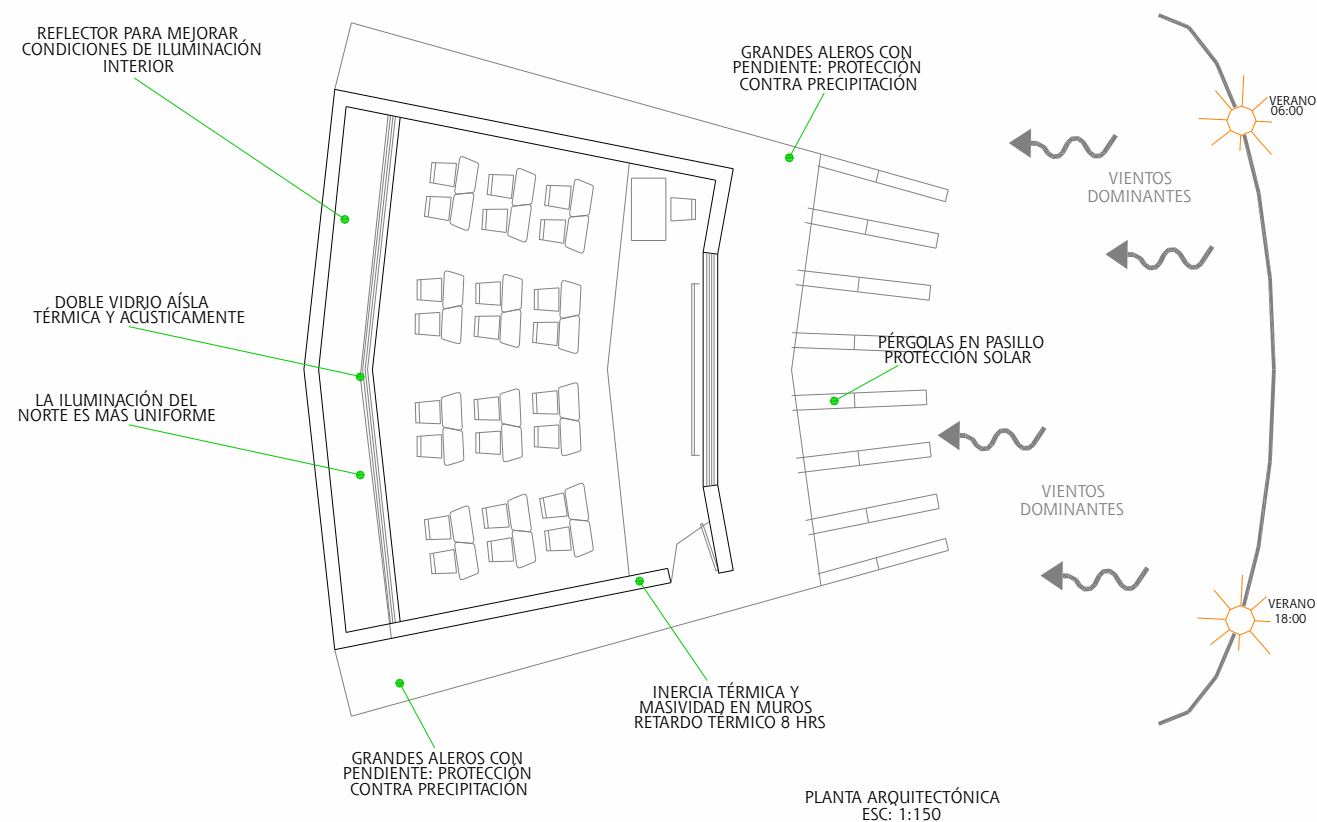
MAYO 13:00 hrs.



MAYO 17:00 hrs.



## AULA TIPO CARACTERÍSTICAS



El sistema constructivo de los espacios que conforman la Escuela Rural consiste en:

- Muros: de Tierra Compactada, debido al alto contenido de arcillas en el suelo del sitio de estudio. La Tierra Compactada provee de Inercia Térmica y la Masividad requerida de acuerdo al análisis climático. Con espesores de muro de 0.40 m se tendrá el retardo térmico necesario para mantener los interiores en condiciones de Confort Térmico.

- Cubiertas: Grandes pendientes y drenajes pluviales para la recolectar las aguas pluviales. Cubierta de Enladrillado en color claro para incrementar los niveles lumínicos al interior de los espacios. Por la disposición de materiales, los techos serán de madera, por sus cualidades térmicas y acústicas.

- Pisos: de Madera, por su excelente comportamiento térmico y acústico. Los interiores serán de madera en color claro para incrementar los niveles de iluminación interior. Los edificios se desplantarán sobre basamentos separados del suelo, para mantener seco el piso y debido a la temporada de lluvias, para proteger contra inundaciones. Los pavimentos exteriores deberán ser de color claro para ayudar a la reflexión de los rayos solares al interior de los espacios y contribuir al incremento de niveles de iluminación. Asimismo, deben ser de materiales porosos que permitan la absorción del agua para su infiltración.

- Ventanas: Orientadas principalmente al norte, por ser la orientación que provee de una iluminación uniforme. Se proponen vidrios dobles con cámara de aire entre cada uno de las capas, para proteger de pérdidas excesivas de temperatura. Acústicamente, el sistema de vidrios dobles incrementa el nivel de aislamiento al interior de los espacios.

- Protección solar: Mediante los aleros se protegen las ventanas de incidencias directas. Además, en las zonas de circulación principales se proponen pérgolas que se extienden a partir de los aleros de las cubiertas.

- Proporción Vano-Macizo: En las fachadas S y O se conserva una proporción mayor de macizo, para evitar ganancias no deseadas de calor. Los vanos se abren hacia la orientación Norte, por ser la que proporciona una iluminación uniforme a lo largo de todo el año. Se proponen además, sistemas de protección solar en las orientaciones E, S, y O, que consisten en aleros y pérgolas, formando un sistema de portales que funcionan también como protección contra las lluvias.



## EVALUACIÓN DEL PROYECTO



## BALANCE TÉRMICO



BALANCE TÉRMICO

Elaborado por: Víctor Armando Fuentes Freixanet

Ejemplo de Aplicación

DATOS

LOCALIZACIÓN

Ciudad:	Ario de Rosales	
Estado	Michoacán	
Latitud	19° 12'	grados
Longitud:	101° 44'	grados
Latitud:	19.20	decimal
Longitud:	101.73	decimal
Altitud:	1840	msnm

CONDICIONES CLIMÁTICAS

Temperatura media mensual	24.8	°C
Temperatura horaria	34.9	°C
Temperatura neutra mensual	25.3	°C
Límite superior de confort	27.8	°C
Límite inferior de confort	22.8	°C
Temperatura interior	27.8	°C
Velocidad del viento	2.3	m/s
Dirección del viento:	S	
Radiación Solar Máxima Total (12 hr)	743	W/m2
Radiación Solar Horaria	524	W/m2

DATOS PARA CALCULO

Fecha de Diseño	21	Día
Fecha de Diseño	5	Mes
Día número:	141	Día consecutivo
Hora:	15	h
Angulo horario:	-45	

DATOS DEL LOCAL

Largo	46.12	m
Ancho	8.3	m
Alto	3.2	m
Área	382.796	m2
Volúmen	1224.9472	m3

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES CONSTRUCTIVOS:

Elemento constructivo	Materiales	espesor (m)	Conductividad (W/m °C)	Resistencia m2 °C/W	Transmisión W/m2 °C	Absortancia	Transmitancia	Reflectancia	Emisividad interior	Factor de ganancia	Calor Especifico (J/kg°C)	Densidad (kg/m3)	Difusividad Térmica m2/s	Retardo Térmico h	Admitancia (W/m2°C)	Índice de Inercia Térmica	Admitancia Efectiva W/m2 °C
		b	k	R	U	Đ	Đ	Đ	Đ	fg	Cp	∠		∠	a	D	Đ
MUROS	fe	1.00	20.36	0.0491													
	aplanado de mortero	0.01	0.63	0.0206		0.15											
	tierra compactada	0.40	0.93	0.4301	2.33						800	1700	0.0000007	11.14	9.59	4.12	10.61
	yeso	0.01	0.46	0.0283													
	fi	1.00	8.13	0.1230													
Total				0.6511	1.54											0.07	4.40
LOSA	fe	1.00	20.36	0.0491													
	enladrillado	0.02	0.96	0.0208		0.20											
	mortero	0.04	0.63	0.0635													
	p	0.10	0.26	0.3846							1000	2100	0.0000001	6.55	6.30	2.42	6.17
	madera	0.02	0.15	0.1333													
	fi	1.00	6.63	0.1508													
Total				0.8022	1.25												2.60
VENTANA	fe	1.000	20.36	0.0491													
	vidrio sencillo	0.060	1.11	0.0054		0.15											
	aire	0.050	0.26	0.1923													
	vidrio sencillo	0.060	1.11	0.0541		0.15	0.81	0.08	0.03	0.84	840	2500	0.0000005	1.90	13.02	0.70	12.01
	fi	1.000	8.13	0.1230													
Total				0.4239	2.36												2.90
PUERTA	fe	1.000	20.36	0.0491													
	triplay	0.006	0.14	0.0429		0.78											
	aire	0.050	0.26	0.1923													
	triplay	0.006	0.14	0.0429		0.78					620	1300	0.0000002	0.33	2.86	0.12	6.29
	fi	1.000	8.13	0.1230													
Total				0.4501	2.22												0.29
PISO	Madera	0.10	0.00	0.1500		0.78					620	1300	0.0000000	47.44	0.33	0.05	0.02
	Total																2.90

DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS

Elementos	Área (m2)	Asoleado (%)	Área Asoleada (m2)	Área total (m2)
Losa	382.796	35%	133.98	133.98
Muro Norte	46.12	30%	13.84	246.82
Muro Este	26.56	0%	0.00	
Muro Sur	147.584	0%	0.00	
Muro Oeste	26.56	60%	15.94	
Ventana	101.46	30%	30.44	
Puerta	2.2	100%	2.20	2.20

DATOS INTERNOS.

fuentes de calor	cantidad	Calor por unidad (W)
Personas	25	115
Focos	16	26
	0	0





BALANCE TERMICO

GANANCIA SOLAR (Qs):

ÁNGULOS SOLARES

Declinación:	20.14
Seno de la altura solar:	0.74
Atura solar:	47.75
Seno del Acimut:	-0.16
Acimut (S-O):	99.14

Orto	82.66	5.00
(decimal)	5.51	0.51
(grados)	5.31	0.31
Ocaso	97.34	18.00
(decimal)	18.49	0.49
(grados)	18.29	0.29
Duración del día	12.97	

ANGULOS DE INCIDENCIA

Para superficies verticales	Coseno	Ángulo
MURO NORTE	0.11	83.87
VENTANA NORTE	0.11	83.87
MURO OESTE	0.66	48.40
MURO SUR	0.00	0.00
MURO ESTE	0.00	0.00
Para superficies horizontales		
LOSA		47.75

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE

Losa	474.02	W/m2
Muro Norte	50.63	W/m2
Muro Oeste	314.69	W/m2
Muro Este	0.00	W/m2
Ventana:	50.63	W/m2
Puerta:	314.69	W/m2

GANANCIA SOLAR POR ELEMENTOS

Qs losa	777.66	Watts
Qs muro norte	7.93	Watts
Qs muro oeste	56.74	Watts
Ventana	30.20	
Puerta	54.67	
Qs TOTAL:	927.20	Watts

GANANCIAS INTERNAS (Qi):

Personas	2875	Watts
Focos	416	Watts
Televisión	0	Watts
Qi TOTAL:	3291	Watts

GANANCIAS O PERDIDAS POR CONDUCCION (Qc):

LOSA	477.17	
MUROS	379.08	
VIDRIO	239.37	
PUERTA	4.89	
TOTAL:	1100.50	
Qc TOTAL:	7813.545914	Watts

GANANCIAS O PERDIDAS POR INFILTRACIÓN (Qv):

Suponiendo 10 ML de rendija, aprox. como area de infiltracion	0	m2
Pv=	3.24	Pascales
Diferencia de Presión:	1.294992	
V=	0.00	m3/s
Qv TOTAL:	0.00	Watts

RESUMEN: BALANCE TERMICO

Qs+Qi+Qc+Qv=	12031.74	Watts
Flujo de energía calorífica	ganancia de calor	

ESTIMACIÓN DE LA TEMPERATURA INTERIOR

INDICE DE TRANSFERENCIA DE CALOR ESPECÍFICO

qc (A*U):		
LOSA	22.27	
MUROS	68.83	
VIDRIO	54.01	
PUERTA	11.14	
qc TOTAL (W/oC):	156.25	
Qs+Qi+Qv:	4218.20	
Q/qc	27.00	

Admitancia (A*Y)		
LOSA	995.27	
MUROS	1086.03	
VIDRIO	294.23	
PUERTA	0.64	
PISO	58.00	
qy TOTAL :	2434.17	
Qt/qy TOTAL:	4.94	°C

TEMPERATURA INTERIOR:	32.74	°C
-----------------------	-------	----

VENTILACIÓN NECESARIA

Suponiendo que la disipación de calor se hará por medio de ventilación natural, no permitiendo que la temperatura interior sobrepase los:	NO VENTILAR	°C
Casos: 1. Si Te>35 °C: Entonces NO VENTILAR 2. Si Ti <= Tsc; Entonces: NO VENTILAR 3. Si Te>Ti, entonces NO VENTILAR 4. Si Te<Tsc, Te<Ti, Entonces Tsc 5. Si Te>Tsc, Te<Ti, Entonces Te	3	Te= temp.exterior Ti= temp. interior Tsc= max. confort

VENTILACIÓN

V=	NO VENTILAR	m3/s
----	-------------	------

NUM. CAMBIOS DE AIRE POR HORA:

N=	NO VENTILAR	Cambios por hora
----	-------------	------------------

AREA DE LA VENTANA:

A=	NO VENTILAR	m2
----	-------------	----



NOM-008-ENER-2001



### FORMATO PARA INFORMAR DEL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO ENERGÉTICO

#### 1.- Datos Generales

##### 1.1.- Propietario

Nombre: Luz del Carmen González Rodríguez  
 Dirección: Andes 72  
 Colonia: Lomas Verdes 4a. Sección  
 Ciudad: Naucalpan  
 Estado: México  
 Código Postal: 53125  
 Teléfono: 5344-2032

##### 1.2.- Ubicación de la Obra

Nombre: Escuela Rural El Pinalito  
 Dirección: Benigno Serrato 215  
 Colonia: El Pinalito  
 Ciudad: Ario de Rosales  
 Estado: Michoacán  
 Código Postal: 61830  
 Teléfono:

##### 1.3.- Unidad de Verificación

Nombre: Ing. Carlos Edmundo Silva Nájera  
 Dirección: Velázquez de León No.47 Desp. 203  
 Colonia: Centro  
 Ciudad: Acapulco  
 Estado: Guerrero  
 Código Postal: 34300 N° De Registro: UVCONAE-E-001  
 Teléfono: (744)4823014 Fax:  
 E-mail: cesilva@prodigy.net.mx

#### 2.- Valores para el Cálculo de la Ganancia de Calor a través de la Envolvente (\*)

2.1.- Ciudad: Ario de Rosales, Michoacán  
 Latitud: 19° 12'

2.2.- Temperatura equivalente promedio "ta" (°C)  
 a)- Techo: 35 b)- Superficie inferior: 25  
 c)- Muro: Norte: 22, Este: 25, Sur: 24, Oeste: 23; Ligero: 28, 31, 30, 30; d)- Partes transparentes: Tragaluz y domo: 20, Norte: 22, Este: 22, Sur: 22, Oeste: 23

2.3.- Coeficiente de transferencia de calor "K" del edificio de referencia (W/m²K)  
 Techo: 0.391 Muro: 2200  
 Tragaluz y domo: 5.952 Ventana: 5.319

2.4.- Factor de ganancia de calor solar "PG" (W/m²)  
 Tragaluz y domo: 274  
 Norte: 91, Este: 137, Sur: 118, Oeste: 146

2.5.- Barrera para vapor: SI ☐ No ☒

2.6.- Factor de corrección de sombreado exterior (SE)

Número (**)	1	2	3	4	5	6	7
LH o PRE (***)	0.46	1.6					
WH o WVE (***)	4.23	5.0					
Norte	0.67	0.44					
Este/Oeste							
Sur							

\* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2, a 2.5, y del Apéndice A, Tablas 2, 3, 4 y 5 según corresponde para el inciso 2.6

\*\* Si las ventanas tienen algún tipo de sombreado se deberá usar una columna para cada tipo

\*\*\* Indicar el tipo de sombreado: 1 vidrio simple, 2 vidrio aislante y 3 ventana con vidrio

#### 3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (\*) (Hágense tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción: CUBIERTA Número (\*\*): 1

Componente de la envolvente: ☒ Techo ☐ Pared

Material (***)	Espesor (m) δ	Conductividad Térmica (W/mK) h o λ (****)	M aislamiento térmico (m² K/W) 1/δ (h o λ)
Convección exterior (****)	1.0	13	0.076
Enladrillado	0.02	0.768	0.03
Terrado seco	0.1	0.582	0.17
Madera	0.02	0.164	0.12
Mortero cem/arcilla	0.04		0.16
Convección interior	1.0	6.6	0.152
Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos los materiales más la convección exterior e interior [ Fórmula: M = Σ M ]			M = 0.706 m² K/W
Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K) [ Fórmula: K = 1/ M ]			K = 1.42 W/m² K

\* Estos valores se obtienen del Apéndice D

\*\* Dar un número consecutivo (1,2... N) el cual será indicado en el inciso 4.3

\*\*\* Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con relleno en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

\*\*\*\* Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

\*\*\*\*\* Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de h, calculados de acuerdo al apéndice "B"



5.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (\*)  
(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción **MURO NORTE** Número (\*\*) **2**

Componente de la envolvente ☐ Techo ☒ Pared

Material (***)	Espesor (m) δ	Conductividad Térmica (W/mK) $\lambda$ o $\lambda_c$ (****)	M aislamiento térmico (m <sup>2</sup> K/W) $\frac{\delta}{\lambda}$ (o $\frac{\delta}{\lambda_c}$ )
Convección exterior (****)	1.0	13	0.076
Tierra Compactada	0.4	0.930	0.43
yeso	0.01	0.46	0.021
aplanado mortero	0.01	0.630	0.015
Convección interior	1.0	8.1	0.123
Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [ Fórmula: $M = \sum M$ ]			<b>M</b> <b>0.665</b> m <sup>2</sup> K/W
Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K) [ Fórmula: $K = 1/M$ ]			<b>K</b> <b>1.5</b> W/m <sup>2</sup> K

\* Estos valores se obtienen del Apéndice D.  
 \*\* Dar un número consecutivo (1,2... N) el cual será indicado en el inciso 4.3  
 \*\*\* Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con relleno en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales.  
 \*\*\*\* Para los materiales se utilizan los valores  $\lambda_c$  del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes.  
 \*\*\*\*\* Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de  $\lambda_c$  calculados de acuerdo al apéndice "B"

Hoja 3 de 7

5.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (\*)  
(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción **VENTANA NORTE** Número (\*\*) **3**

Componente de la envolvente ☐ Techo ☒ Pared

Material (***)	Espesor (m) δ	Conductividad Térmica (W/mK) $\lambda$ o $\lambda_c$ (****)	M aislamiento térmico (m <sup>2</sup> K/W) $\frac{\delta}{\lambda}$ (o $\frac{\delta}{\lambda_c}$ )
Convección exterior (****)	1.0	13	0.076
Vidrio 6 mm	0.06	1.11	0.054
Aire	0.01	0.26	0.192
Vidrio 6 mm	0.06	1.11	0.054
Convección interior	1.0	8.1	0.123
Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [ Fórmula: $M = \sum M$ ]			<b>M</b> <b>0.528</b> m <sup>2</sup> K/W
Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K) [ Fórmula: $K = 1/M$ ]			<b>K</b> <b>3.6</b> W/m <sup>2</sup> K

\* Estos valores se obtienen del Apéndice D.  
 \*\* Dar un número consecutivo (1,2... N) el cual será indicado en el inciso 4.3  
 \*\*\* Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con relleno en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales.  
 \*\*\*\* Para los materiales se utilizan los valores  $\lambda_c$  del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes.  
 \*\*\*\*\* Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de  $\lambda_c$  calculados de acuerdo al apéndice "B"

Hoja 3 de 7

5.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (\*)  
(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción **MURO ESTE** Número (\*\*) **4**

Componente de la envolvente ☐ Techo ☒ Pared

Material (***)	Espesor (m) δ	Conductividad Térmica (W/mK) $\lambda$ o $\lambda_c$ (****)	M aislamiento térmico (m <sup>2</sup> K/W) $\frac{\delta}{\lambda}$ (o $\frac{\delta}{\lambda_c}$ )
Convección exterior (****)	1.0	13	0.076
Tierra Compactada	0.4	0.930	0.43
yeso	0.01	0.46	0.021
aplanado mortero	0.01	0.630	0.015
Convección interior	1.0	8.1	0.123
Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [ Fórmula: $M = \sum M$ ]			<b>M</b> <b>0.665</b> m <sup>2</sup> K/W
Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K) [ Fórmula: $K = 1/M$ ]			<b>K</b> <b>1.5</b> W/m <sup>2</sup> K

\* Estos valores se obtienen del Apéndice D.  
 \*\* Dar un número consecutivo (1,2... N) el cual será indicado en el inciso 4.3  
 \*\*\* Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con relleno en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales.  
 \*\*\*\* Para los materiales se utilizan los valores  $\lambda_c$  del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes.  
 \*\*\*\*\* Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de  $\lambda_c$  calculados de acuerdo al apéndice "B"

Hoja 3 de 7

5.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (\*)  
(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción **MURO SUR** Número (\*\*) **5**

Componente de la envolvente ☐ Techo ☒ Pared

Material (***)	Espesor (m) δ	Conductividad Térmica (W/mK) $h = \lambda$ (****)	M aislamiento térmico (m <sup>2</sup> K/W) $1/\delta$ (h o $\lambda$ ) (****)
Convección exterior (****)	1.0	13	0.076
Tierra Compactada	0.4	0.930	0.43
yeso	0.01	0.46	0.021
aplanado mortero	0.01	0.630	0.015
Puerta Madera	0.06	0.164	0.365
Convección interior	1.0	8.1	0.123

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior  
[ Fórmula:  $M = \Sigma M$  ]

M **1.03** m<sup>2</sup> K/W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K)  
[ Fórmula:  $K = 1/M$  ]

K **0.97** W/m<sup>2</sup> K

\* Estos valores se obtienen del Apéndice D.  
 \*\* Dar un número consecutivo (1,2... N) el cual será indicado en el inciso 4.3  
 \*\*\* Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con relleno en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales.  
 \*\*\*\* Para los materiales se utilizan los valores  $\lambda$  del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes.  
 \*\*\*\*\* Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de  $\lambda$ , calculados de acuerdo al apéndice "B"

Hoja 3 de 7

5.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (\*)  
(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción **VENTANA SUR** Número (\*\*) **6**

Componente de la envolvente ☐ Techo ☒ Pared

Material (***)	Espesor (m) δ	Conductividad Térmica (W/mK) $h = \lambda$ (****)	M aislamiento térmico (m <sup>2</sup> K/W) $1/\delta$ (h o $\lambda$ ) (****)
Convección exterior (****)	1.0	13	0.076
Vidrio 6 mm	0.06	1.11	0.054
Aire	0.01	0.26	0.192
Vidrio 6 mm	0.06	1.11	0.054
Convección interior	1.0	8.1	0.123

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior  
[ Fórmula:  $M = \Sigma M$  ]

M **0.528** m<sup>2</sup> K/W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K)  
[ Fórmula:  $K = 1/M$  ]

K **3.6** W/m<sup>2</sup> K

\* Estos valores se obtienen del Apéndice D.  
 \*\* Dar un número consecutivo (1,2... N) el cual será indicado en el inciso 4.3  
 \*\*\* Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con relleno en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales.  
 \*\*\*\* Para los materiales se utilizan los valores  $\lambda$  del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes.  
 \*\*\*\*\* Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de  $\lambda$ , calculados de acuerdo al apéndice "B"

Hoja 3 de 7

5.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las Porciones de la Envolvente (\*)  
(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)

3.1.- Descripción de la porción **MURO OESTE** Número (\*\*) **7**

Componente de la envolvente ☐ Techo ☒ Pared

Material (***)	Espesor (m) δ	Conductividad Térmica (W/mK) $h = \lambda$ (****)	M aislamiento térmico (m <sup>2</sup> K/W) $1/\delta$ (h o $\lambda$ ) (****)
Convección exterior (****)	1.0	13	0.076
Tierra Compactada	0.4	0.930	0.43
yeso	0.01	0.46	0.021
aplanado mortero	0.01	0.630	0.015
Puerta Madera	0.06	0.164	0.365
Convección interior	1.0	8.1	0.123

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior  
[ Fórmula:  $M = \Sigma M$  ]

M **1.03** m<sup>2</sup> K/W

Coeficiente global de transferencia de calor de la porción (K)  
[ Fórmula:  $K = 1/M$  ]

K **0.97** W/m<sup>2</sup> K

\* Estos valores se obtienen del Apéndice D.  
 \*\* Dar un número consecutivo (1,2... N) el cual será indicado en el inciso 4.3  
 \*\*\* Anotar los materiales que forman la porción. Por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con relleno en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales.  
 \*\*\*\* Para los materiales se utilizan los valores  $\lambda$  del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes.  
 \*\*\*\*\* Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de  $\lambda$ , calculados de acuerdo al apéndice "B"

Hoja 3 de 7

4.- Cálculo Comparativo de la Ganancia de Calor

4.1.- Datos Generales  
Temperatura Interior (t)  °C

4.2.- Edificio de referencia

4.2.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

$$\dot{Q}_{cd} = \sum_{j=1}^n [K_j \times A_j \times (t_e - t_i)]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coefficiente Global de Transferencia de Calor (W/m² K) [K]	Área del edificio proyectado (m²) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura equivalente (K) [te]	Ganancia por Conducción $\dot{Q}_{cd}$ (°) [K x A x F x (te - ti)]
Techo	1.4		0.05	10	5483.6
Tragaluz y domo	0	412.3	0.05	-5	0
Muro norte	1.5	184.5	0.6	-3	-498.15
Ventana norte	3.6		0.4	-3	-797.0
Muro este	1.5	18.24	0.6	0	0
Ventana este	0		0.4	-3	0
Muro sur	0.97	123.54	0.6	-1	-72
Ventana sur	3.6		0.4	-3	-533.7
Muro oeste	0.97	15.94	0.6	-2	-18.5
Ventana oeste	0		0.4	-2	0
SUBTOTAL					3563.6

\* Nota: Si los valores son negativos significa una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente.

4.2.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\dot{Q}_{ra} = \sum_{j=1}^m [A_j \times CS_j \times FG_j \times SE_j]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coefficiente de Sombreado (CS)	Área del edificio proyectado (m²) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de Calor (W/m²) [FG]	Ganancia por Radiación $\dot{Q}_{ra}$ (°) [CS x A x F x FG]
Tragaluz y domo	0.05	0	0.05	0	0
Ventana norte	1.0	184.5	0.4	91	6,715.8
Ventana este	1.0	0	0.4	137	0
Ventana sur	1.0	123.54	0.4	118	5,831.1
Ventana oeste	1.0	0	0.4	146	0
SUBTOTAL					12,546.9

Página 4 de 7

4.- Cálculo Comparativo de la Ganancia de Calor (continuación)

4.3- Edificio proyectado

4.3.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (°)	Coefficiente Global de Transferencia de Calor (k) Número de la porción (°°)	Valor calculado (W/m² K) (°°°)	Área (m²) [A]	Temperatura Equivalente (°C) [te]	Ganancia por Conducción $\dot{Q}_{cd}$ (°°°°) [K x A x F x (te - ti)]
TECHO	1	1.4	227.8	10	3189.2
MURO NORTE	2	1.5	66.9	-3	-301.0
VENTANA NORTE	3	3.6	99.8	-3	-1077.8
MURO ESTE	4	1.5	18.24	0	0
MURO SUR	5	0.97	132.16	-1	-128.2
VENTANA SUR	6	3.6	18.84	-3	-203.47
MURO OESTE	7	0.97	15.94	-2	-30.9
Subtotal (1)					
Subtotal (2)					
Subtotal (3)					
Subtotal (°°°°) [ ]					
Total (Sumar todas las $\dot{Q}_{cd}$ )					1447.8

\* Abreviar considerando tipo: 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación: 1 techo, 2 norte, 3 este, 4 sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.  
 \*\* Número consecutivo asignado en el inciso 3.1  
 \*\*\* Valor obtenido en el inciso 3.1  
 \*\*\*\* Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumarse algebraicamente  
 \*\*\*\*\* Cuando el número de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primera hoja, y así sucesivamente.

Página 5 de 7

4.- Cálculo Comparativo de la Ganancia de Calor (continuación)

4.3.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\dot{Q}_{ra} = \sum_{j=1}^m [A_j \times CS_j \times FG_j \times SE_j]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (°)	Material (°°)	Coefficiente de Sombreado (CS) (°°°)	Área (m²) [A]	Ganancia de Calor (W/m²) [FG]	Factor de sombreado exterior (SE) (°°°°)	Ganancia por Radiación $\dot{Q}_{ra}$ (°°°°) [CS x A x F x SE]
VENTANA NORTE	filtrasol gris	0.69	99.8	91	1	4198.5
VENTANA SUR	filtrasol gris	0.69	18.84	118	2	674.9
Subtotal (1)						
Subtotal (2)						
Subtotal (3)						
Subtotal (°°°°) [ ]						
Total (Sumar todas las $\dot{Q}_{ra}$ )						4873.4

\* Abreviar considerando tipo: 1 tragaluz, 2 domo y 3 ventana y como orientación: 1 techo, 2 norte, 3 este, 4 sur y 5 oeste.  
 Por ejemplo 3.5 corresponde a una ventana en la orientación oeste  
 \*\* Especifique la característica del material, por ejemplo: claro, entintado, etc.  
 \*\*\* Dato proporcionado por el fabricante  
 \*\*\*\* Si la ventana tiene sombreado el número y el "SE" se obtienen del inciso 2.6, y si la ventana no tiene sombreado se deja en blanco el espacio para el número y el "SE" es 1.0

Página 6 de 7



5.- Resumen de Cálculo

5.1.- Presupuesto energético

	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\phi_t = \phi_{rc} + \phi_{rn}$ $\phi_p = \phi_{pc} + \phi_{ps}$ (W)
Referencia	$\phi_{rc}$ 3 563.6	$\phi_{rn}$ 12 546.9	$\phi_{rt}$ 16 110.5
Proyectado	$\phi_{pc}$ 1 447.8	$\phi_{pn}$ 4 873.4 <small>pmt 10</small>	$\phi_{pt}$ 6 321.2

5.2.- Cumplimiento

Si  $(\phi_r > \phi_p)$

☒

No  $(\phi_r < \phi_p)$

☐

Hoja 7 de 7

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Ganancia de Calor

Determinada como se establece en la NOM-008-ENER-2001

Ubicación de la Edificación

Nombre:

Escuela Rural El Pinalito

Dirección:

Benigno Serrato No. 215

Colonia:

El Pinalito

Ciudad:

Ario de Rosales

Delegación y/o Municipio:

Ario

Entidad Federativa:

Michoacán

Código Postal:

61830

Ganancia de Calor del Edificio de Referencia (Watts): 16,110.5

Ganancia de Calor del Edificio Proyectado (Watts): 6,321.2

Ahorro de Energía

Ahorro de Energía de este Edificio

60.8%

0%10%20%30%40%50%60%70%80%90%100%

Menor AhorroMayor Ahorro

Fecha: 10 de julio de 2006

Nombre y Clave de la Unidad de Verificación: Ing. Carlos Edmundo Silva Nájera

UVCONAE-E-001

Importante

Cuando la ganancia de calor de edificio proyectado sea igual a la del edificio de referencia el ahorro será del 0% y por lo tanto cumple con la norma. La etiqueta no debe retirarse del edificio.

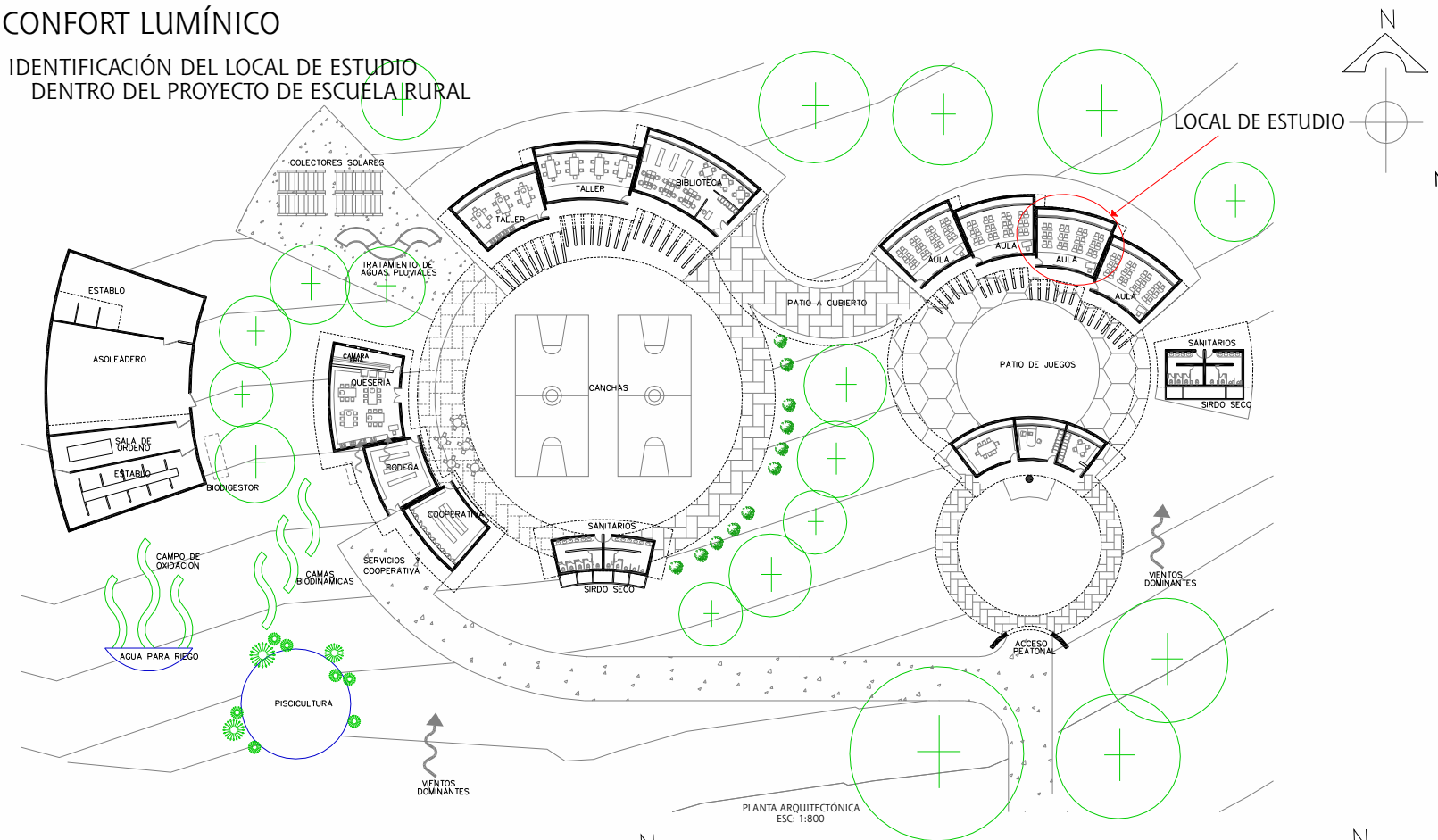


# ILUMINACIÓN

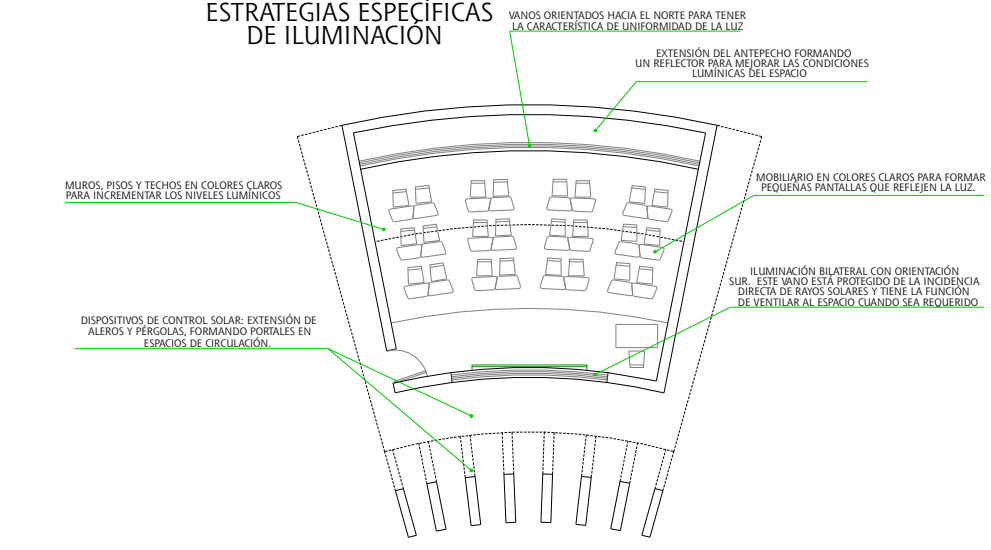


CONFORT LUMÍNICO

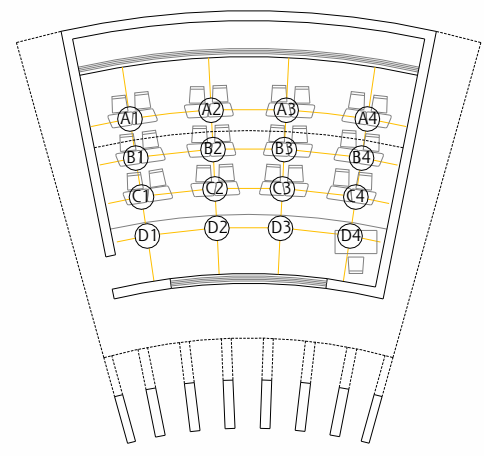
IDENTIFICACIÓN DEL LOCAL DE ESTUDIO  
DENTRO DEL PROYECTO DE ESCUELA RURAL



AULA TIPO  
ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS  
DE ILUMINACIÓN

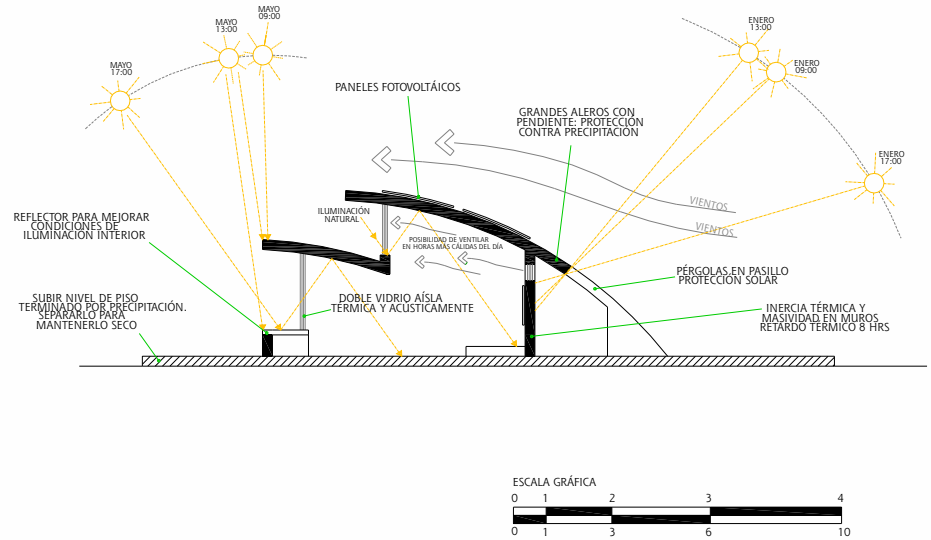
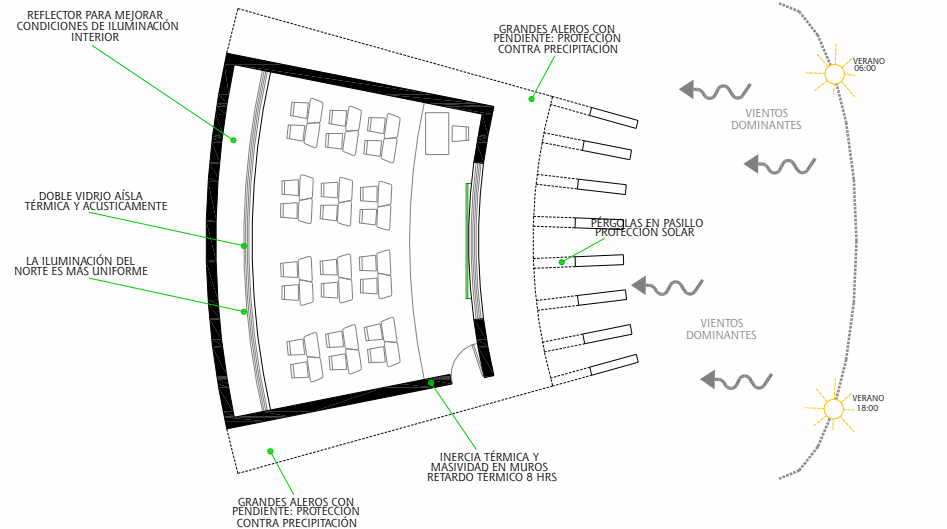


PRUEBA EN CIELO ARTIFICIAL



LOS PUNTOS DE MEDICIÓN CON LUXÓMETRO SE LOCALIZARON JUSTO EN LA ZONA DE TRABAJO, EN CADA SERIE DE PUPITRES, Y EN EL ESCRITORIO DEL PROFESOR.

AULA TIPO  
CARACTERÍSTICAS GENERALES

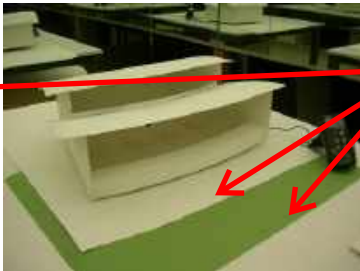




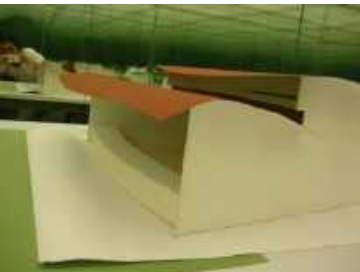
# PRUEBAS EN CIELO ARTIFICIAL



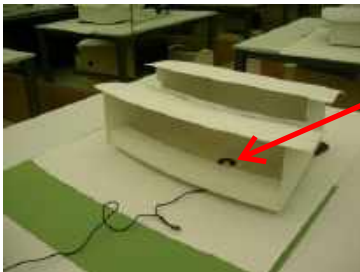
PRIMER MODELO



MODELO MEJORADO



PRIMER MODELO



MODELO MEJORADO



PRIMER MODELO



MODELO MEJORADO

SE UTILIZARON COLORES REALES PARA ENTENDER EL COMPORTAMIENTO DE LA LUZ AL INTERIOR DE LOS ESPACIOS.

## PROCEDIMIENTO:

Teniendo la maqueta de estudio a escala 1:20 se hicieron las pruebas con luxómetros dentro del cielo artificial. El primer modelo consideraba los colores aproximados de los materiales del espacio proyectado: enladrillado de la losa, madera clara del piso, colores blancos en techo y paredes, pavimentos claros, color verde del césped, etc. Así mismo, consideraba la ventana con orientación norte, y una segunda ventana en la parte superior del espacio, para incrementar los niveles lumínicos. Sin embargo, el color del techo hacía que la reflexión de la luz no fuera la suficiente para iluminar adecuadamente el espacio. Posteriormente, el modelo mejorado consideraba el cambio de color en techos, ayudando con éste al comportamiento térmico del espacio. También se aumentó la sección de la ventana-lucernario para dejar pasar más luz. Los niveles de iluminación interior se incrementaron notablemente.

## CONCLUSIONES Y MEJORAS DEL MODELO:

Para el adecuado funcionamiento del espacio arquitectónico, se proyectó una tercera ventana, con orientación al sur, debidamente protegida de la incidencia directa de los rayos solares por medio de grandes aleros y pérgolas en los pasillos contiguos a las aulas. Esta ventana podrá funcionar para admitir la luz reflejada del exterior y así incrementar los valores lumínicos interiores al proveer al espacio de iluminación bilateral. Aunado a esta mejora en la iluminación natural, se propone un sistema de apoyo de iluminación artificial, para cuando las condiciones exteriores no sean las adecuadas o cuando el horario de uso de los espacios lo requiera.

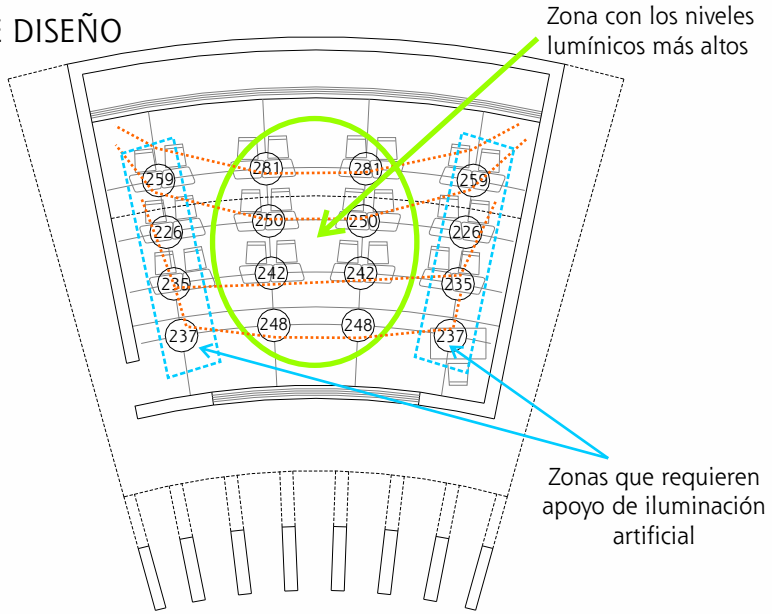
## RESULTADOS FINALES DE LA PRUEBA.

Comp. Ext: 4710	1	2	3	4
A	259	281	281	259
B	226	250	250	226
C	235	242	242	235
D	237	248	248	237

Nota: Las unidades son luxes

# ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

## PROPUESTA DE DISEÑO



Por las características físicas del espacio, deben seleccionarse cierto tipo de lámparas, ya que físicamente deben dar la respuesta apropiada a las necesidades presentadas.

En el espacio presentado aquí, las lámparas que conviene seleccionar por funcionalidad, y estética serán las suspendidas, para acercar la luz a la altura de trabajo, pero debe cuidarse la altura de suspensión de éstas, para que no interfieran con el ángulo de visual de los usuarios.

Conviene señalar la necesidad de usar productos ahorradores. En zonas de circulación conviene seleccionar productos sobrepuestos, así como también para acentuar elementos importantes dentro del espacio como el pizarrón. A continuación se muestran algunos de los productos del catálogo de Philips seleccionados.



Lámparas fluorescentes TL 5 por su alta eficiencia en iluminación directa además de proveer un 28% de ahorro contra sistemas convencionales.



Lámparas disponibles en 15 W. Consumen 75% menos energía que los reflectores incandescentes. Tienen un haz muy abierto que provee de luz difusa y suave.



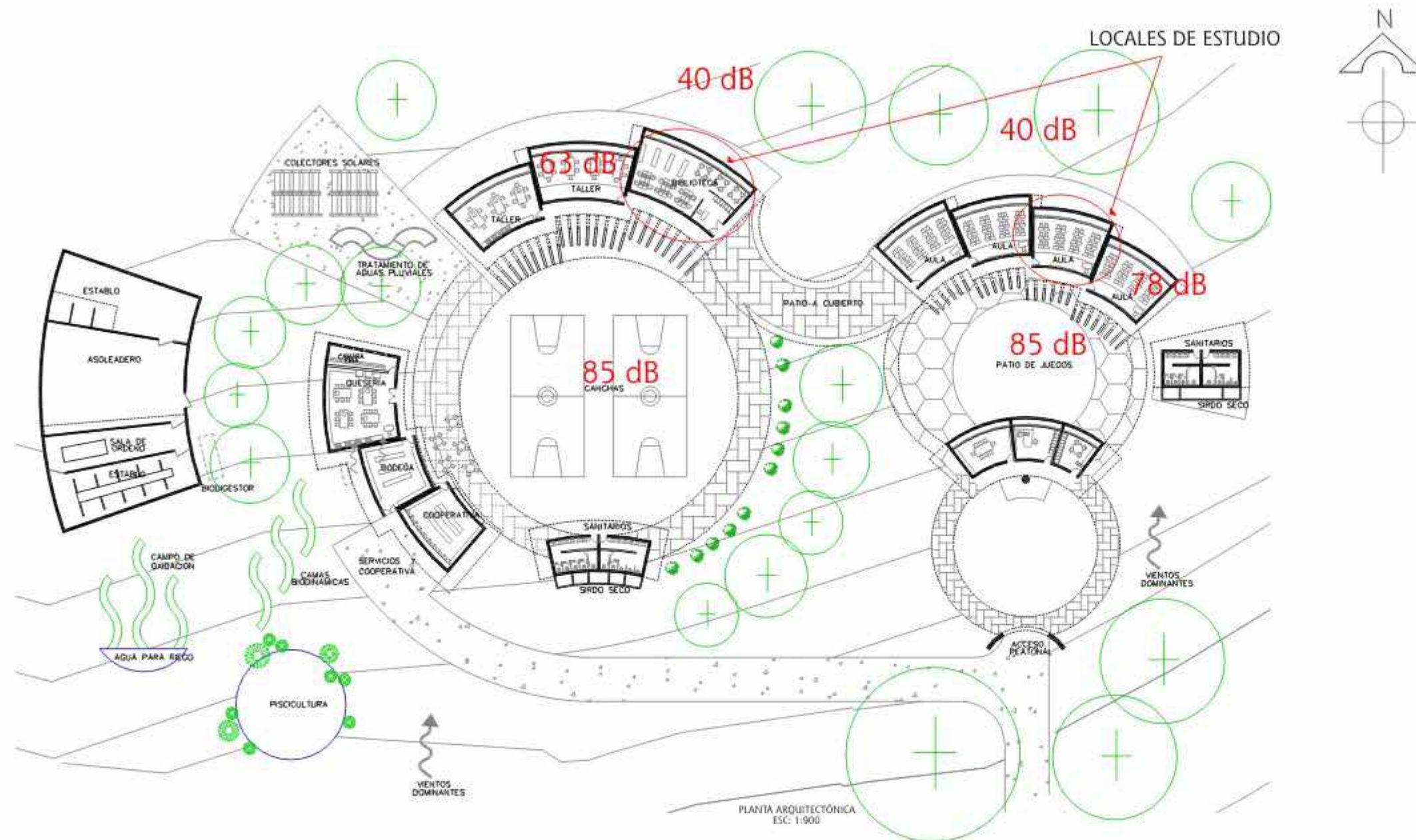
# ACÚSTICA





# CONFORT ACÚSTICO

## IDENTIFICACIÓN DE LOS LOCALES DE ESTUDIO DENTRO DEL PROYECTO DE ESCUELA RURAL

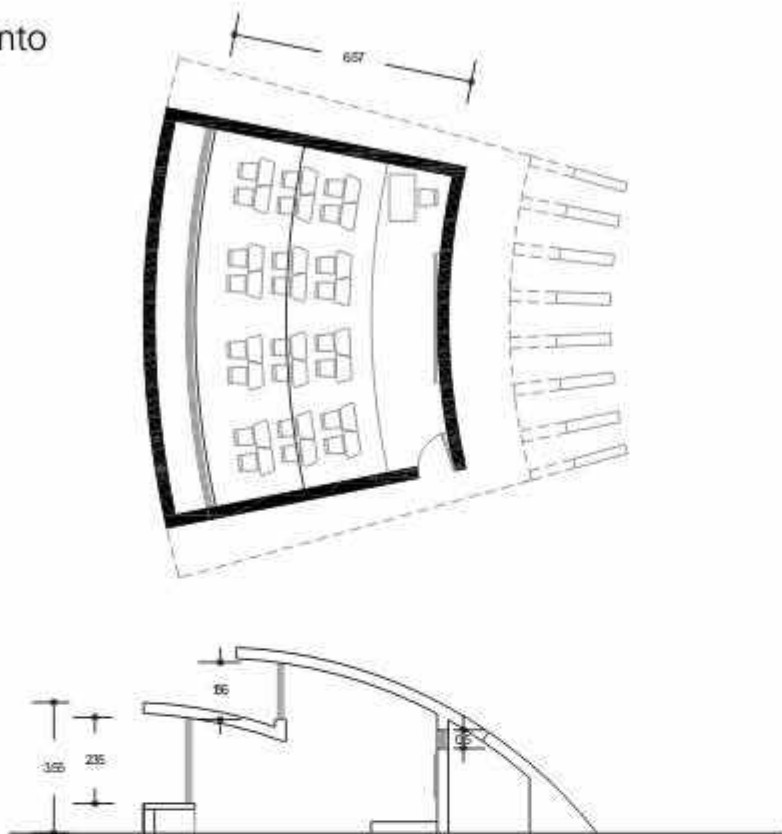


En el Plano de Conjunto se muestran los locales a estudiar acústicamente, así como las fuentes de ruido próximas, que influirán en su condición de confort y que determinarán algunas de sus características físicas como selección de materiales, espesor de elementos constructivos, etc.



CONFORT ACÚSTICO

Estudio del Comportamiento Acústico en Aula Tipo



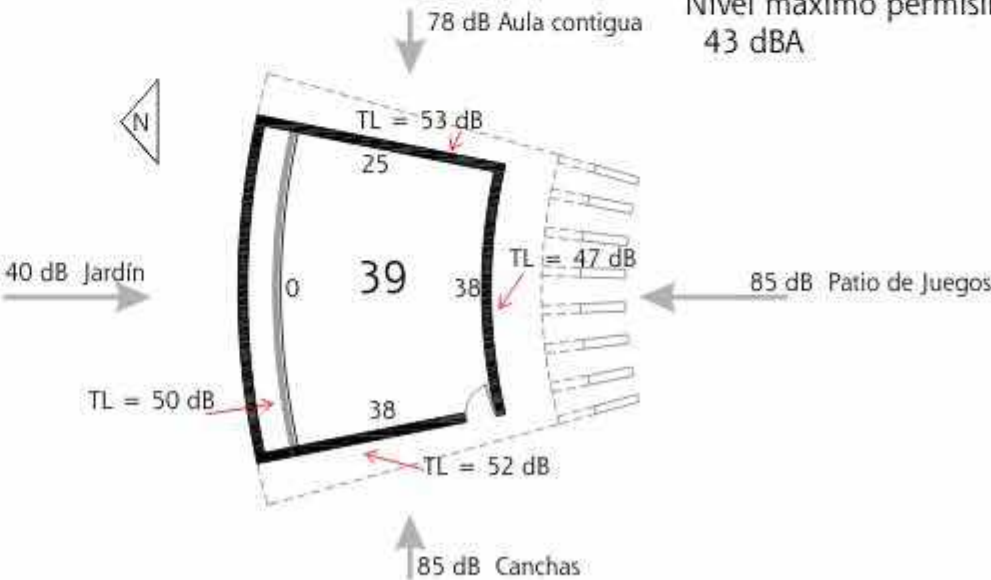
Muro Oeste				
ELEMENTO	SUPERFICIE M2	MATERIAL	NRC	A
MURO 1	25.65	TIERRA COMPACTADA CUBIERTA CON PANEL DE ESPUMA DE POLIURETANO	0.7	17.95
MURO 2	25.55	TIERRA COMPACTADA CUBIERTA CON PANEL DE ESPUMA DE POLIURETANO	0.7	17.88
MURO 3	19.74	TIERRA COMPACTADA CUBIERTA CON PANEL DE ESPUMA DE POLIURETANO	0.7	13.81
MURO 4	10.81	TIERRA COMPACTADA CUBIERTA CON PANEL DE ESPUMA DE POLIURETANO	0.7	7.56
VENTANAS	10.81	VIDRIO SENCILLO	0.05	0.54
ARMARIO	10.81	MADERA	0.15	1.62
PIZARRÓN	4.2	PLYWOOD	0.15	0.63
PUERTA	2.1	MADERA	0.15	0.315
PISO	71.6	MADERA	0.05	3.58
TECHO	71.6	MADERA	0.1	7.16
SUMA	252.9			74.62
SILLAS	11.25	MADERA	0.1	1.125
MESAS	7	MADERA	0.1	0.7
CORTINAS	3.5	TELA	0.3	1.05
SUMA	21.75			2.87
TOTAL				77.49

TR = 0.161 x (243.4 m3 / 77.49 m2)  
TR = 0.505 seg      Admisible para aulas. TR. Máximo: 0.6 seg

Cálculo de Aislamiento Compuesto

Muro Oeste			Muro Norte			Muro Sur			Muro Este		
Superficie Tierra compactada:	23.55 m2	STC Tierra compactada: 56	Superficie Tierra compactada:	14.05 m2	STC Tierra compactada: 56	Superficie Tierra compactada:	22.56 m2	STC Tierra compactada: 56	Superficie Tierra compactada:	25.65 m2	STC Tierra compactada: 56
Superficie Puerta:	2.1 m2	Acústica: 53	Superficie Ventana:	24.32 m2	Doble: 42	Superficie Ventana:	23.5 m2	Doble: 42			
Superficie TOTAL:	25.65 m2	TL Tierra compactada: 56 + 3 = 53 dBA TL Puerta: 50 + 3 = 50 dBA	Superficie TOTAL:	38.37 m2	TL Tierra compactada: 56 + 3 = 53 dBA TL Vidrio: 42 + 3 = 42 dBA Doble: 42 + 3 = 39 dBA	Superficie TOTAL:	24.91 m2	TL Tierra compactada: 56 + 3 = 53 dBA TL Vidrio: 42 + 3 = 42 dBA Doble: 42 + 3 = 39 dBA			
$TL_a = 10 \text{ LOG } \frac{25.65 \text{ m}^2}{23.55 \times 10^{-0.15 \times 23.55} + 2.1 \times 10^{-0.15 \times 2.1}}$			$TL_a = 10 \text{ LOG } \frac{38.37 \text{ m}^2}{14.05 \times 10^{-0.15 \times 14.05} + 24.32 \times 10^{-0.15 \times 24.32}}$			$TL_a = 10 \text{ LOG } \frac{24.91 \text{ m}^2}{22.56 \times 10^{-0.15 \times 22.56} + 2.35 \times 10^{-0.15 \times 2.35}}$					
$TL_a = 10 \text{ LOG } \frac{25.65 \text{ m}^2}{0.000118 + 0.000021}$			$TL_a = 10 \text{ LOG } \frac{38.37 \text{ m}^2}{0.0000704 + 0.000306}$			$TL_a = 10 \text{ LOG } \frac{24.91 \text{ m}^2}{0.000113 + 0.000295}$					
$TL_a = 10 \text{ LOG } \frac{25.65 \text{ m}^2}{0.000139}$			$TL_a = 10 \text{ LOG } \frac{38.37 \text{ m}^2}{0.000376}$			$TL_a = 10 \text{ LOG } \frac{24.91 \text{ m}^2}{0.000425}$					
$TL_a = 10 \text{ LOG } * 84532.3$			$TL_a = 10 \text{ LOG } * 102,047.87$			$TL_a = 10 \text{ LOG } * 58,611.76$					

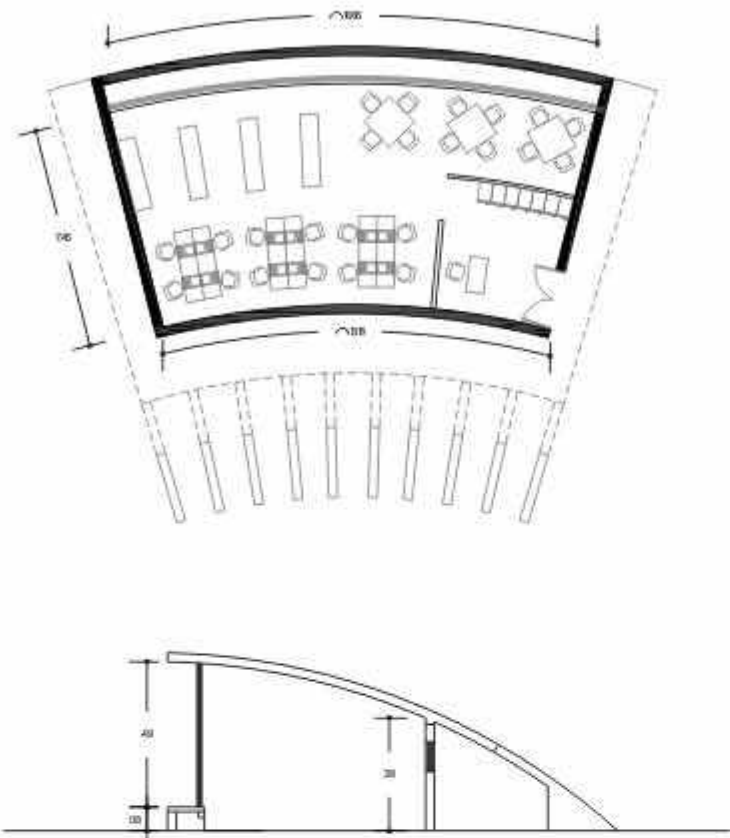
Nivel de Ruido de Fondo (dBA):  
39 dBA  
  
Nivel máximo permisible:  
43 dBA





# CONFORT ACÚSTICO

Estudio del Comportamiento Acústico en Biblioteca



BIBLIOTECA				
ELEMENTO	SUPERFICIE M2	MATERIAL	NRC	A
MURO NORTE	13.86	TIERRA COMPACTADA CUBIERTA CON PANEL DE ESPUMA DE POLIURETANO	0.7	9.7
MURO ESTE	30.6	TIERRA COMPACTADA CUBIERTA CON PANEL DE ESPUMA DE POLIURETANO	0.7	21.4
MURO SUR	42.66	TIERRA COMPACTADA CUBIERTA CON PANEL DE ESPUMA DE POLIURETANO	0.7	29.8
MURO OESTE	35	TIERRA COMPACTADA CUBIERTA CON PANEL DE ESPUMA DE POLIURETANO	0.7	24.5
VENTANA NORTE	80.96	VIDRIO DOBLE	0.05	4.04
VENTANA SUR	8.56	VIDRIO DOBLE	0.05	0.42
PUERTA	4.4	MADERA	0.1	0.44
ARMARIO	13.86	MADERA	0.1	1.38
MUROS INTERNOS	11.68	TIERRA COMPACTADA	0.05	0.584
PISO	125.65	MADERA	0.1	12.65
TECHO	125.65	MADERA	0.1	12.65
SUMA	492.8			108.56
ESCRITORIOS	12.96	MADERA	0.1	1.29
SILLAS	3.125	CUBIERTAS DE TELA	0.31	0.96
LIBREROS	11.76	MADERA	0.1	1.17
ARCHIVEROS	1.56	MADERA	0.1	0.156
SUMA	29.4			3.57
TOTAL				112.13

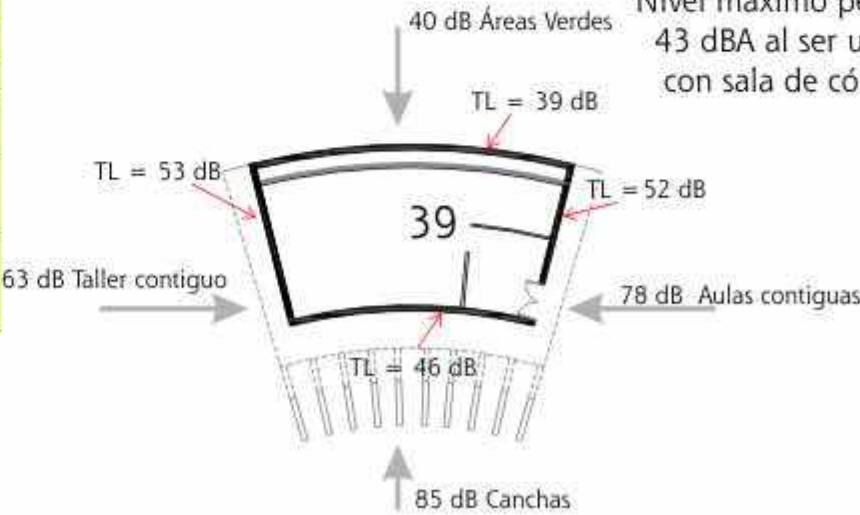
TR = 0.161 x (593.06 m3 / 112.13 m2)  
TR = 0.85seg Admisible para bibliotecas. TR máximo: 1.0 seg

## Cálculo de Aislamiento Compuesto

Muro Este	Muro Norte	Muro Sur	Muro Oeste
Superficie Tierra compactada: 30.6 m2	Superficie Tierra compactada: 13.86 m2	Superficie Tierra compactada: 42.66 m2	Superficie Tierra compactada: 25.65 m2
STC Tierra compactada: 56	STC Tierra compactada: 56	STC Tierra compactada: 56	STC Tierra compactada: 56
Superficie Puerta: 4.4 m2	Superficie Ventana: 80.96 m2	Superficie Ventana: 8.56 m2	Superficie Ventana: 8.56 m2
Acústica: 53	STC Vidrio Doble: 42	STC Vidrio Doble: 42	STC Vidrio Doble: 42
TL Tierra: 56 - 5	TL Tierra compactada: 53 dBA	TL Tierra compactada: 53 dBA	TL Tierra compactada: 53 dBA
Superficie TOTAL: 35 m2	Superficie TOTAL: 94.82 m2	Superficie TOTAL: 51.22 m2	Superficie TOTAL: 51.22 m2
TL Vidrio: 42 - 5	TL Vidrio: 42 - 5	TL Vidrio: 42 - 5	TL Vidrio: 42 - 5
TL Puerta Acústica: 50 dBA	Doble: 39 dBA	Doble: 39 dBA	Doble: 39 dBA
$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{35 \text{ m}^2}{30.6 \times 10^{-0.155} + 4.4 \times 10^{-0.155}}$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{94.82 \text{ m}^2}{13.86 \times 10^{-0.155} + 80.96 \times 10^{-0.155}}$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{51.22 \text{ m}^2}{42.66 \times 10^{-0.155} + 8.56 \times 10^{-0.155}}$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{51.22 \text{ m}^2}{42.66 \times 10^{-0.155} + 8.56 \times 10^{-0.155}}$
$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{35 \text{ m}^2}{0.000153 + 0.00044}$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{94.82 \text{ m}^2}{0.000694 + 0.0010}$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{51.22 \text{ m}^2}{0.000213 + 0.00107}$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{51.22 \text{ m}^2}{0.000213 + 0.00107}$
$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{35 \text{ m}^2}{0.000197}$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{94.82 \text{ m}^2}{0.0010}$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{51.22 \text{ m}^2}{0.00128}$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \frac{51.22 \text{ m}^2}{0.00128}$
$TL_A = 10 \text{ LOG} \cdot 177,664.97$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \cdot 9,482$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \cdot 40,015.6$	$TL_A = 10 \text{ LOG} \cdot 40,015.6$
$TL_A = 52.8 \text{ dBA}$	$TL_A = 39.2 \text{ dBA}$	$TL_A = 46.0 \text{ dBA}$	$TL_A = 46.0 \text{ dBA}$

Nivel de Ruido de Fondo (dBA):  
39 dBA

Nivel máximo permisible:  
43 dBA al ser una Biblioteca con sala de cómputo integrada



## FUENTES CONSULTADAS



## FUENTES CONSULTADAS

Atlas del Agua de la República Mexicana, SARH. 1979  
Carta de Vegetación y Usos de Suelo. INEGI 1986. Cobertura Nacional, Serie I.  
Carta Topográfica. INEGI 1999 Cobertura Nacional.  
Carta Geológica. INEGI 1982. Cobertura Nacional Serie I.  
Carta Edafológica. INEGI 1982 Cobertura Nacional, Serie I

Normales Climatológicas de la red sinóptica básica de superficie y estaciones climatológicas de primer orden (1961-1990)  
Normatividad del Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas CAPFCE

ARNAL S., Luis, Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal: reglamento, normas técnicas, 4ª Edición, México, Trillas, 2000  
BAZANT S. Jan, Manual de Diseño Urbano. 6ª. Ed. México, Trillas, 2003  
DEFFIS C., Armando, La Casa Ecológica Autosuficiente, México, Árbol Editorial, 1994  
Ecoturismo, Turismo de Aventura y Rural. Compendio de Material Informativo, Dirección General de Desarrollo de Productos Turísticos. SECTUR, México, 2000  
FIGUEROA C. Aníbal y FUENTES F. Víctor, Criterios de Adecuación Bioclimática en la Arquitectura. IMSS, México, 1989  
FUENTES F. Víctor, Clima y Arquitectura. Universidad Autónoma Metropolitana, 2004  
FUENTES F. Víctor y RODRÍGUEZ V. Manuel, Ventilación Natural. Cálculos Básicos para Arquitectura, Universidad Autónoma Metropolitana, 2004  
RODRÍGUEZ V., Manuel, Introducción a la Arquitectura Bioclimática. Ed. Limusa UAM. México 2001  
VAN LENGEN, Johan, Manual del Arquitecto Descalzo, México, Árbol Editorial, 1997  
ZAYAS, J.F. Cálculo de la Radiación Solar Instantánea en la República Mexicana. 1983

[http:// www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx) Tabulados Básicos Nacionales y por Entidad Federativa. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000  
[http:// www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC\\_enciclopedia](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_enciclopedia)  
[http:// www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)  
<http://www.german-renewable-energy.com/Renewables/Navigation/Englisch/Solarenergie/case-studies,did=114224,render=renderPrint.html>  
<http://www.solarlampe.de/spain/indexe.html>  
<http://archivo.greenpeace.org/GuiaSolar/S-tecnicos.htm>  
<http://www.energiasolarsinlimites.com/productos/fotovoltaicos.html>  
<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0713S/T0713S05.htm>  
<http://www.solomantenimiento.com/articulos/m-colectores-solares.htm>  
<http://www.infofred.com/modules.php?name=News&file=article&sid=434>  
<http://es.geocities.com/tonyadry/biodigestor/index.htm>  
[http://www.eco-gel.com/digestion\\_anaerobia.htm](http://www.eco-gel.com/digestion_anaerobia.htm)  
<http://www.virtualcentre.org/es/dec/toolbox/Tech/1undergw.htm>  
<http://www.geocities.com/jalarab/>  
<http://www.iepsacv.com.mx>  
<http://www.laneta.apc.org/esac/citacat.htm>  
<http://html.rincondelvago.com/casa-ecologica-autosuficiente.html>

